COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-ONZIÈME

JUILLET — DÉCEMBRE 1890.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JUILLET 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes du 14 Juillet, la prochaine séance est remise au mardi 15.

ASTRONOMIE. — *Photographies spectrales d'étoiles de MM.* Henry, *de l'Observatoire de Paris.* Note de M. **Mouchez**.

« Les très belles photographies de spectres d'étoiles, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, viennent d'être obtenues à l'observatoire de Paris par MM. Henry, les unes à l'aide d'un prisme en flint de $0^{m},12$ de

côté et d'un angle de 45°, les autres à l'aide d'un prisme de 22°, placé en avant de l'objectif de l'équatorial photographique.

» Bien que ce soient les premières que nous obtenions à l'observatoire de Paris, elles sont déjà aussi bien réussies que les plus belles qui aient encore été faites aux États-Unis, où l'on s'occupe depuis longtemps de cette question. Elles permettent de constater facilement les différences si caractéristiques de la composition chimique des différentes étoiles.

» Pour *Véga*, par exemple, les lignes de l'hydrogène sont surtout fortement marquées, tandis que les raies appartenant à d'autres corps sont relativement faibles.

» *Arcturus*, au contraire, donne un spectre de lignes très nettes, semblable à celui du Soleil.

» Certaines autres étoiles, *Altaïr* et l'*Épi* entre autres, présentent un spectre dont les lignes mal définies offrent un caractère tout spécial qui paraît difficilement explicable par la seule cause du peu de hauteur de ces étoiles au-dessus de l'horizon et que MM. Henry attribueraient plutôt à une vitesse de rotation très grande ou à une agitation considérable de la surface de ces astres.

» Grâce au puissant appareil qu'ils viennent de construire, nous allons pouvoir entreprendre aussi à l'observatoire de Paris une étude, depuis longtemps poursuivie dans divers observatoires de l'étranger, sur la composition chimique et les mouvements des étoiles.

» Il n'est que juste de rappeler à l'Académie que ce nouveau progrès est dû, non seulement à la perfection avec laquelle ces habiles astronomes construisent et utilisent leurs appareils optiques, mais aussi à leur généreux dévouement à la Science, notre budget régulier ne nous permettant pas depuis longtemps de les indemniser de leurs travaux de construction des verres d'optique pour l'Observatoire. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur l'oxydation du soufre des composés organiques.* Note de MM. **Berthelot**, **André** et **Matignon**.

« L'oxydation totale du soufre des composés organiques et sa transformation en acide sulfurique, dosable sous forme de sulfate de baryte, est une opération difficile et pénible par les procédés ordinaires. L'emploi de l'acide nitrique ou du chlore ne la réalise que dans certains cas, et la com-

bustion totale par l'oxygène libre donne lieu à des complications difficiles à écarter, telles que la production de l'acide sulfureux et même celle du soufre. A la vérité, on peut obtenir cette oxydation complète par une méthode très sûre et très exacte que j'ai eu occasion d'exposer récemment ([1]), et qui consiste à distiller le produit à travers une longue colonne de carbonate de soude ou de potasse, chauffée au rouge sombre dans un tube à analyse organique, puis à suroxyder les sulfures et oxysels du soufre, à la même température, par le moyen de l'oxygène libre : tout est changé ainsi en sulfate. Mais l'opération est encore longue et délicate. J'ai trouvé un procédé beaucoup plus rapide et non moins exact : il consiste à brûler la matière organique sulfurée dans l'oxygène comprimé à 25 atmosphères, au sein de la bombe calorimétrique, et en présence de 10 centimètres cubes d'eau. La combustion est instantanée, et elle donne uniquement naissance à de l'acide sulfurique étendu, toutes les fois que le composé organique est assez riche en hydrogène. S'il ne l'est pas suffisamment, il suffira d'ajouter à la matière son poids de camphre, ou même une dose moindre; précaution utile dans tous les cas, d'ailleurs. Après la combustion, on ouvre la bombe. On recueille l'eau qu'elle renferme, et on lave l'intérieur de la capacité à plusieurs reprises : la liqueur ne renferme, en général, pas autre chose que de l'acide sulfurique et quelques traces d'acide azotique. On la précipite par le chlorure de baryum; le sulfate de baryte est récolté et pesé avec les précautions ordinaires.

» Dans certains cas, fort rares et qui se présentent seulement avec les corps peu hydrogénés, la combustion peut être incomplète : on en est averti aussitôt par l'odeur d'acide sulfureux, dans les gaz qui se dégagent au moment où l'on desserre le robinet de la bombe ; ou mieux, par l'action de la liqueur intérieure sur une solution d'iode. On recommence alors la combustion, en ajoutant à la matière son poids, ou la moitié de son poids de camphre, suivant les cas. La combustion, ainsi exécutée a toujours été trouvée totale.

» Voici les résultats obtenus en opérant sur des poids de matières voisins de 1 gramme : nous donnerons d'abord les chiffres observés avec les corps pauvres en soufre, mais fixes et difficiles à brûler, tels que les albuminoïdes; puis avec des composés riches en soufre, tels que le thiophène, la taurine, le sulfure de carbone.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XV, p. 121.

» *Albumine* d'œuf purifiée.
» Soufre trouvé, 1,67; 1,59; 1,59 centièmes.

Les analyses de Mulder ont donné	1,60
» Rühling	1,77, etc.
Gluten. — Soufre dans la bombe	0,90
» Par le carbonate de soude et l'oxygène	1,10
Fibrine végétale (blé). — Soufre dans la bombe	0,97
» Par le carbonate de soude et l'oxygène	1,10
» Rühling a donné	0,98
» Mulder, fibrine de blé	1,04
Vitelline. — Soufre dans la bombe	1,26
» Par le carbonate de soude et l'oxygène	1,25
» Noad a indiqué	1,67
Fibrine du sang de veau. — Soufre dans la bombe	1,17
» Mulder a donné	1,20
» Rühling	1,23 à 1,45
Laine purifiée. — Soufre dans la bombe	3,71 et 3,59
» Mulder et Schulze ont donné de	3,73 à 3,41

» Il ne s'agit jusqu'ici que de corps assez pauvres en soufre, qui ont été brûlés d'ailleurs sans aucune addition.

» Voici des composés plus riches :

» *Thiophène*. — $0^{gr},5884$ et $0^{gr},6814$ brûlés dans la bombe. D'après le poids du sulfate de baryte :

	Soufre			
	trouvé		calculé	
	en poids.	en centièmes.	en poids.	en centièmes.
I	$0^{gr},2236$	38,06	$0^{gr},2243$	38,09
II	$0^{gr},2593$	38,07	$0^{gr},2595$	38,09

» La combustion du thiophène s'opère si bien qu'elle a été totale dans une expérience, même sans aucune addition d'eau, autre que celle de la vapeur que saturait l'oxygène avant la compression; toutefois il est plus sûr d'ajouter 10 centimètres cubes d'eau.

» *Taurine*. — La taurine pure ayant fourni un peu d'acide sulfureux dans un premier essai, où l'on avait essayé d'en brûler un poids trop fort d'ailleurs (près de 2^{gr}), on a recommencé en y ajoutant environ la moitié de son poids de camphre; toujours en opérant en présence de 10^{cc} d'eau. Dans ces conditions, les combustions sont parfaites.

» On a obtenu, en opérant sur $1^{gr},1781$ et $1^{gr},1067$ de taurine cristallisée, d'après le poids du sulfate de baryte :

	Soufre			
	trouvé		calculé	
	en poids.	en centièmes.	en poids.	en centièmes.
I............	$0^{gr},2809$	25,4	$0^{gr},2833$	25,6
II...........	$0^{gr},2981$	25,3	$0^{gr},3015$	25,6

» *Sulfure de carbone.* — Enfin, pour pousser la méthode à l'extrême, on a opéré sur le sulfure de carbone, pesé avec les précautions convenables. On y ajoutait un poids presque égal de camphre, et l'on opérait en présence de 15^{cc} d'eau. La combustion se fait bien, sans production d'acide sulfureux. En opérant sur $0^{gr},7052$, on a obtenu, d'après le poids du sulfate de baryte :

Soufre			
trouvé		calculé	
en poids.	en centièmes.	en poids.	en centièmes.
$0^{gr},5927$	84,05	$0^{gr},5938$	84,21

» Le soufre seul, même avec addition de pastilles de naphtaline superposées, n'a pas pu être brûlé sans production d'acide sulfureux; probablement parce que l'eau n'était pas présente en dose suffisante, dans l'acte de la combustion.

» Ces résultats montrent la généralité de la méthode : elle est si simple et d'une exécution si facile et si prompte que je ne doute pas qu'elle ne soit adoptée dans tout laboratoire convenablement outillé pour mettre en œuvre l'oxygène comprimé. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de combustion de quelques composés sulfurés.* Note de MM. **Berthelot** et **Matignon**.

« Les procédés employés jusqu'ici pour mesurer la chaleur de combustion des composés sulfurés laissent beaucoup à désirer, en raison de leur complication. En effet, il se produit dans les conditions ordinaires non seulement un mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, mais en outre un mélange d'acide sulfureux et d'acide sulfurique, ce dernier tantôt anhydre, tantôt hydraté et dans un état variable d'hydratation;

l'analyse très exacte d'un semblable mélange, *dans l'état précis qui répond à l'instant même de la combustion*, est à peu près impraticable, soit en raison de la tension de vapeur considérable de l'acide sulfurique anhydre, s'il n'y a pas d'eau présente; soit en présence de l'eau, en raison de l'oxydation continue de l'acide sulfureux sous les influences simultanées de l'oxygène et de l'eau. Aussi l'état final des systèmes au moment qui répond à la mesure calorimétrique est-il imparfaitement connu, et les résultats obtenus jusqu'à présent dans cet ordre d'étude, quels qu'en soient les auteurs, ne sauraient être regardés que comme des approximations provisoires. L'emploi de la bombe calorimétrique et la combustion totale et instantanée du soufre qu'elle permet de réaliser, en même temps que celles du carbone et de l'hydrogène, permettent d'arriver à des résultats beaucoup plus sûrs et plus exacts; l'état final étant parfaitement stable et défini dans ces conditions nouvelles, ainsi qu'il a été démontré dans la Note précédente. Les analyses qui y sont relatées ont été exécutées en même temps que les déterminations des chaleurs de combustion que voici :

» I. Thiophène : $C^8H^4S^2 = 84^{gr}$; liquide.

Chaleur de combustion.

$$C^8H^4S^2 + 26O + \text{eau} = 4C^2O^4 + H^2O^2 + S^2O^6, H^2O^2 \text{ étendu } (50H^2O^2).$$

Pour 1^{gr}..... 7963,5; 7957,3; 7989,6. Moyenne...... $7970^{cal},1$

Soit pour 1 molécule $= 84^{gr}$: $669^{Cal},5$ à v. c.; $670^{Cal},9$ à p. c.

Chaleur de formation.

$$C^8 \text{ (diamant)} + H^4 + S^2 \text{ (octaédrique)} = C^8H^4S^2 \text{ liquide} : -14^{Cal},9.$$

» II. Taurine : $C^4H^7AzS^2O^6 = 125^{gr}$; cristallisée.

Chaleur de combustion.

$$C^4H^7AzS^2O^6 + 15O + \text{eau} = 2C^2O^4 + 5HO + Az + S^2O^6, H^2O^2 \text{ ét.} (64H^2O^2).$$

Pour 1^{gr}........ 3070,1 et 3091,1. Moyenne......... $3080^{cal},6$

Soit pour 1 molécule $= 125^{gr}$: $385^{Cal},0$ à v. c.; $385^{Cal},7$ à p. c.

Chaleur de formation.

$$C^4 \text{ (diamant)} + H^7 + Az + S^2 + O^6 \ldots\ldots\ldots + 185^{Cal},7$$

» III. Sulfure de carbone : $C^2S^4 = 76^{gr}$.

» On a opéré en ajoutant à un poids connu de sulfure de carbone un poids également connu de camphre, dont la chaleur de combustion a été tirée des expériences de M. Louguinine (¹). Le poids du camphre était un peu plus faible que celui du sulfure de carbone.

» On a trouvé, tous calculs faits :

Chaleur de combustion.

C^2S^4 liquide $+ 10O + 2H^2O^2 +$ eau $= C^2O^4 + 2(S^2O^6, H^2O^2)$ étendu.

Pour 1^{gr}, en moyenne.. 5217^{cal} $(40H^2O^2)$

Pour 1 molécule $= 76^{gr}$: $+ 396^{Cal},4$ à v. c.; $+ 398^{Cal},1$ à p. c.

Chaleur de formation.

C^2(diamant) $= S^4$(oct.) $= C^2S^4$ liquide. $- 22^{Cal},6$; gazeux. $- 27^{Cal},0$

» J'ai insisté depuis longtemps sur le caractère endothermique de la formation du sulfure de carbone et sur les conditions singulières qui président à cette formation par les éléments, laquelle s'effectue précisément dans les limites de la dissociation du composé (²) et avec un changement isomérique d'état du carbone : la possibilité de faire détoner sa vapeur au moyen du choc du fulminate de mercure (³), aussi bien que les gaz acétylène et cyanogène, en résolvant tous ces corps en leurs éléments, ainsi que je l'ai démontré il y a quelques années, est aussi d'accord avec leur formation endothermique. Ce n'est pas ici le lieu de s'étendre sur ces points, si ce n'est pour en montrer la conformité avec les déterminations calorimétriques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur quelques principes sucrés ;* par MM. **Berthelot** et **Matignon**.

« Voici quelques données nouvelles, destinées à compléter l'histoire des principes sucrés.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XVIII, p. 381. Les pesées du sulfure de carbone et du thiophène se font dans des ampoules de collodion, suivant des artifices indiqués (*Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XVIII, p. 109).

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XVIII, p. 168, et 4ᵉ série, t. XIX, p. 420, 425.

(³) Thorpe, *Journal of Chem. Soc. Trans.*, t. LV, p. 220; 1889.

» 1. *Érythrite*, $C^8H^{10}O^8$. — Ce corps est le type des alcools tétratomiques. Nous en avons opéré la combustion dans la bombe calorimétrique, en opérant sur un corps très pur et magnifiquement cristallisé.

Chaleur de combustion.

Les mesures ont fourni, en moyenne, pour 1^{gr}....... $4117^{cal},6$

Ce qui fait pour 1 molécule = 122^{gr}.............. { $+ 502^{Cal},3$ à v. c. / $+ 502^{Cal},6$ à p. c. }

» On en déduit la *chaleur de formation* depuis les éléments pour 122^{gr} :

C^8 (diamant) + H^{10} + O^8 = $C^8H^{10}O^8$ cristallisé...... $+ 219^{Cal},6$
Chaleur de dissolution (1 p. + 50 p. eau) pour 1 molécule.. — 5,54 à 24°

» Ces valeurs donnent lieu, entre autres, aux observations suivantes :

Chaleurs de combustion.

Alcool méthylique liquide	170	113^{Cal} pour $C^2H^2O^2$
Glycol liquide	283	
Glycérine cristallisée	388,6	114^{Cal}
Érythrite cristallisée	502,6	
Érythrite cristallisée	502,6	$113^{Cal} \times 2$
Mannite cristallisée	728,5	

» Il existe donc une progression régulière entre les chaleurs de combustion et, par conséquent, entre les chaleurs de formation, comparées avec l'accroissement de l'atomicité ou valence dans les alcools.

» On a encore, par les différences des chaleurs de combustion moléculaires,

Alcool éthylique — glycol	+41,5
Alcool propylique — glycérine	$+42,7 \times 2$
Alcool butylique — érythrite	$+43,5 \times 3$

» C'est la chaleur dégagée par la fixation de O^2 qui augmente d'une unité l'atomicité d'un alcool, ou, si l'on aime mieux, par la substitution de l'hydroxyle HO^2 à l'hydrogène H.

» Ce même nombre représente dès lors la différence entre les chaleurs dégagées par la fixation de C^2H^2, soit 156 environ, et de $C^2H^2O^2$, soit 113.

» 2. *Arabinose* (donnée par M. Maquenne).

Chaleur de combustion : 2 combustions. — Moyenne : 3714^{cal} pour 1^{gr}.

Pour une molécule : $C^{10}H^{10}O^{10}$ = 150^{gr}..... $+ 557^{Cal},1$ à v. c. et à p. c.

Chaleur de formation : C^{10}(diamant) + H^{10} + O^{10} = $C^{10}H^{10}O^{10}$ crist... $259^{Cal},4$

» 3. *Xylose* (donné par M. Maquenne).

Chaleur de combustion : Moyenne : $3739^{cal},9$ par gramme.

Pour une molécule : $C^{10}H^{10}O^{10} = 150^{gr}$.... $+560^{Cal},7$ à v. c. et à p. c.

Chaleur de formation : C^{10} (diamant) $+ H^{10} + O^{10} = C^{10}H^{10}O^{10}$ crist... $+255^{Cal},8$

» Les chaleurs de combustion de ces deux sucres sont sensiblement les mêmes, à poids égaux, que celle de la glucose.

» 4. *Raffinose* (donnée par M. Lindet).

» *Premier échantillon :* séché à 110°. — Pour 1^{gr} : $3953^{cal},2$.

» *Second échantillon :* dessiccation plus prolongée. — 4001,6 et 4039,1.

» Je préfère la moyenne de ces derniers chiffres, soit $4020^{cal},0$.

Pour une molécule : $C^{36}H^{32}O^{32} = 504^{gr}$: $2026^{Cal},1$.

Chaleur de formation : 775,3 ou $258,4 \times 3$.

» C'est sensiblement la somme de la saccharose et de la dextrine.

» J'ai encore mesuré la *chaleur de dissolution* de la *raffinose*, tant dans l'état anhydre que dans celui d'hydrate ordinaire.

» La raffinose anhydre, desséchée sans fusion, puis dissoute dans 90 fois son poids d'eau, a dégagé à 18°,1 (deux essais) pour

$$C^{36}H^{32}O^{32} = 504^{gr}\ldots\ldots \quad +8^{Cal},38$$

» La dissolution est immédiate.

» L'hydrate ordinaire [1] se dissout lentement et difficilement à froid.

» Il a fourni (4^{gr} dans 300^{cc} d'eau, à 17°,7) (deux essais) pour

$$C^{36}H^{32}O^{32}, 5H^2O^2 = 594^{gr}\ldots\ldots \quad -9^{Cal},72$$

» On déduit de ces nombres que la combinaison de l'eau et de la raffinose dégage $+18^{Cal},10$, l'eau liquide; $+10^{Cal},95$, l'eau solide : valeurs considérables et qui expliquent la stabilité assez grande de cet hydrate.

» 5. *Inosites.* — 1° L'*inosite neutre ou inactive par compensation* (racémique) a fourni (trois expériences) :

Chaleur de combustion pour 1^{gr}	$3676^{cal},8$
Pour 1 demi-molécule (180^{gr})	$661^{Cal},8$
Chaleur de formation par les éléments	$318^{Cal},0$

---

[1] Eau trouvée : + 15,9 centièmes.

» 2° L'*inosite inactive véritable* (noyer) nous avait fourni (en commun avec M. Recoura) : + 666^{Cal},5 (combustion); + 313^{Cal},3 (formation).

» 3° et 4°. Les chaleurs de combustion et de formation des deux inosites droite et gauche peuvent être déduites de la donnée 1° et de celles qui ont été présentées récemment dans ce Recueil (t. CX, p. 1245). La chaleur de formation de chacune d'elles est en effet inférieure de 1^{Cal},83 à celle de l'inosite inactive par compensation : ce qui donne + 316^{Cal},2; la chaleur de combustion correspondante étant 663^{Cal},6.

» Voici donc les chaleurs de formation de ces quatre isomères, si intéressants par leurs relations géométriques :

Inosite droite..............	+316^{Cal},2	Inosite neutre par compens.	+318^{Cal},0
Inosite gauche.............	+316^{Cal},2	Inosite inactive véritable....	+313^{Cal},3

» L'inosite inactive véritable paraît donc renfermer une réserve d'énergie supérieure à celle des autres isomères, qu'elle est apte à produire par des modifications convenables; tandis que l'inosite neutre, dont la molécule est double, répond, comme il convient, à la plus grande perte d'énergie. La glucose, moins stable que son isomère l'inosite, en raison de sa constitution mixte d'aldéhyde-alcool et des relations de l'inosite avec la série benzénique, répond en effet à une moindre chaleur de formation (+ 306^{Cal},8). Tous ces résultats s'enchaînent et se confirment. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Nouvelles recherches sur l'effluve;* par M. **P. Schutzenberger.**

« Les nouvelles expériences dont j'ai l'honneur d'entretenir aujourd'hui l'Académie ont été instituées en vue d'apporter un surcroît de preuves à l'appui de mes conclusions antérieures, relatives au transport de matière du dehors dans l'intérieur des tubes à effluve. Elles confirment entièrement ces conclusions et sont de nature à dissiper les doutes qui pouvaient encore subsister; car elles sont indépendantes des causes d'erreur invoquées et évitent les objections soulevées. Elles permettent, en outre, de mieux préciser le sens du phénomène et de lui donner sa véritable signification.

» L'appareil dont j'ai fait usage se compose d'un tube à effluve vertical, muni d'armatures à eau acidulée, portant à la partie supérieure un tube de dégagement horizontal. L'extrémité inférieure et rétrécie du tube à effluve communique au moyen d'un tube semi-capillaire en cuivre et d'un

bon mastiquage avec un tube horizontal en verre fort, de 1^{cm} de diamètre et de $1^{m},30$ de longueur.

» Ce tube horizontal sert à purifier et à dessécher complètement les gaz sur lesquels on opère et qui le traversent lentement avant de pénétrer dans le tube à effluve. Il renferme, en allant de son extrémité la plus voisine du tube à effluve à son extrémité opposée :

» 1° Une colonne de $0^{m},30$ de longueur, composée de ponce sèche saupoudrée d'anhydride phosphorique;

» 2° Une colonne de $0^{m},25$ de ponce sulfurique;

» 3° Une colonne de $0^{m},25$ de ponce potassique humide;

» 4° Une colonne de $0^{m},25$ de fragments de mousse de platine.

» Chaque colonne est séparée de ses voisines par des tampons en coton de verre.

» La partie du tube qui correspond à la mousse de platine est disposée sur une courte grille d'analyse et peut être portée au rouge sombre. Elle a pour but de faire disparaître les dernières traces d'oxygène libre qui pourraient se trouver mélangées aux gaz combustibles (oxyde de carbone, hydrogène, etc.) sur lesquels on opère.

» Enfin l'extrémité libre du tube horizontal est mise en communication, soit avec un gazomètre contenant le gaz, soit avec un appareil permettant de le produire d'une façon continue et régulière. Un barboteur interposé sert à mesurer et à régler la vitesse du courant gazeux qui ne doit pas dépasser une à deux bulles par seconde.

» Le tube latéral et horizontal de dégagement, soudé à la partie supérieure du tube à effluve et en relation avec l'espace annulaire traversé par le flux électrique, communique directement, au moyen d'un rodage en verre, avec un petit tube à ponce phosphorique pesé, protégé à son extrémité opposée contre l'accès de l'air humide par un second tube semblable non pesé, auquel font suite, selon les cas, soit un petit barboteur Cloëz à acide sulfurique monohydraté, soit un appareil pesé, destiné à absorber l'acide carbonique, analogue au dispositif qui sert dans ce but dans les analyses organiques élémentaires.

» Le tube à effluve est actionné par une bobine de Ruhmkorff de $0^{m},40$, avec trembleur de M. Marcel Deprez; le courant est fourni par une batterie d'accumulateurs et accuse 25 ampères à l'ampère-mètre.

» En opérant dans ces conditions, l'atmosphère de l'espace annulaire traversé par le flux est constamment renouvelée, et les produits gazeux de

la réaction sont entraînés au dehors au fur et à mesure de leur formation, tandis que, dans mes expériences antérieures, l'effluve passait pendant plus ou moins de temps à travers la même masse de gaz. Cette différence de conditions exerce, comme on le verra plus loin, quand on opère avec l'oxyde de carbone, une influence marquée sur les données quantitatives de l'expérience.

» Voici les résultats de mes expériences sur l'oxyde de carbone. Le courant d'oxyde de carbone pur, préparé par la décomposition du formiate de soude par l'acide sulfurique monohydraté, débarrassé de toute trace d'oxygène libre, d'acide carbonique et de vapeur d'eau par son passage à travers le tube purificateur décrit plus haut, ayant fonctionné bulle à bulle pendant six heures, à blanc (sans effluve), on a constaté que les tubes pesés, à eau et à acide carbonique, n'avaient pas sensiblement changé de poids. Le courant gazeux étant maintenu avec la même vitesse, on a fait fonctionner la bobine durant un temps suffisant pour produire la condensation de $0^{gr},2$ à $0^{gr},3$ de matière solide brune. Dans chaque expérience on a pesé l'eau retenue par le petit tube à ponce phosphorique et l'acide carbonique absorbé par les appareils à boules, et déterminé le poids de matière solide condensée par l'augmentation de poids du tube à effluve; enfin, on a soumis le produit condensé à l'analyse élémentaire.

» Dans quatre expériences faites dans les mêmes conditions, à peu de choses près, le produit condensé obtenu a offert trois fois une couleur brun noir foncé et une fois une couleur brun clair. Au lieu d'être facilement soluble dans l'eau en donnant une liqueur brune franchement acide, il n'était que très incomplètement soluble, et les liqueurs jaune brunâtre obtenues n'étaient que très faiblement acides.

» L'analyse élémentaire n'y indique qu'une très minime quantité d'hydrogène, $\frac{2}{1000}$ à $\frac{3}{1000}$ au plus; le carbone et l'oxygène y sont dans le rapport de C^4 à O^3 dans un cas (C pour 100, 50,0; O pour 100, 50,0) ou de C^5 à O^4 dans un autre (C pour 100, 48,0; O pour 100, 52,0).

» L'analyse élémentaire d'un produit condensé, soluble et acide, obtenu en ne renouvelant le gaz effluvé que de trois en trois heures, a donné :

C pour 100.	H pour 100.	O pour 100.
42,1	1,4	56,5

» Dans les expériences faites avec le système décrit dans une Note pré-

cédente et qui permettait d'absorber de demi-heure en demi-heure l'eau et l'acide carbonique, on avait trouvé :

C pour 100.	H pour 100.	O pour 100.
47,28	0,48	52,24
45,02	0,60	54,38
45,00	0,59	54,41

» On voit, d'après cela, que, en prolongeant la durée de l'effluve sur le même gaz, on augmente la teneur en oxygène et en hydrogène du produit condensé. L'oxygène et l'hydrogène fixés en sus ne sont pas dans les rapports exacts de l'eau ; il y a un excès d'oxygène. La solubilité et l'acidité du produit augmentent en même temps.

» Un second fait *très important* à noter, c'est que, en prolongeant la durée de l'effluve sur la même masse gazeuse, on voit diminuer jusqu'à une certaine limite le rapport entre l'acide carbonique formé et le produit condensé.

» Ainsi, dans les quatre expériences nouvelles, dans lesquelles le gaz était sans cesse renouvelé, le poids du produit condensé était au poids de l'acide carbonique formé dans les rapports

1,39, 1,38, 1,39, 1,35,

qui sont à peu près constants ; tandis que dans les expériences où l'effluve agit plus ou moins longtemps sur la même masse de gaz, le rapport monte à la valeur 2,6 à 2,5 pour une durée prolongée (quatre jours), et à 2,2 pour une durée moyenne de une heure.

» Dans mes nouvelles expériences, si l'on tient compte du poids et de la composition centésimale du produit condensé et du poids de l'acide carbonique formé, il est facile de voir que près de la moitié de l'oxygène qui a servi à convertir l'oxyde de carbone en acide carbonique n'a pas été empruntée à l'oxyde de carbone condensé et a dû, par conséquent, être introduite du dehors :

	Expériences			
	1.	2.	3.	4.
Poids de CO^2	0,113	0,116	0,168	0,121
Poids du produit condensé	0,157	0,160	0,228	0,168
Oxygène en excès venu du dehors [1].	0,015	0,0155	0,023	0,016

[1] Dans ce calcul, on a adopté, pour le produit condensé, la formule C^4O^3, qui

» A cet oxygène en excès, dont le poids est bien supérieur aux erreurs possibles, il faut ajouter celui qui correspond à l'eau condensée dans le tube à ponce phosphorique.

	Expériences			
	1.	2.	3.	4.
Eau	0,005	»	0,011	0,0045

» D'après les analyses, le poids de l'hydrogène contenu dans le produit condensé est à peu près égal à celui de l'eau fixée à la ponce phosphorique. Ainsi, dans la troisième expérience, la combustion de $0^{gr},228$ de matière a donné $0^{gr},01$ d'eau. Le poids total de l'hydrogène trouvé est donc de $0^{gr},023$, auxquels correspondent $0^{gr},018$ d'oxygène pour former de l'eau. L'oxygène en excès venu du dehors est notablement supérieur à celui qui correspond à l'hydrogène.

» La transformation du produit neutre insoluble, condensé au début, en un produit acide soluble et la diminution de l'acide carbonique s'expliquent naturellement par une oxydation du produit primitif aux dépens de l'acide carbonique et par une hydratation simultanée aux dépens de l'eau, lorsque celle-ci séjourne dans le tube et n'est pas entraînée à mesure par le courant gazeux.

» Lorsqu'on remplace dans les expériences précédentes le courant d'oxyde de carbone par un courant d'azote sec et pur, en faisant usage du même appareil, on ne peut constater la moindre augmentation de poids du tube à eau, même au bout de cinq à six heures d'effluve.

» Les éléments de l'eau ne pénètrent donc pas à l'état combiné, mais séparément, par suite d'une espèce de transport électrolytique. Pour être mis en évidence, ils doivent rencontrer à leur arrivée dans l'espace annulaire un produit capable de les fixer. L'acétylène fixe l'oxygène; l'oxyde de carbone fixe à la fois l'oxygène et l'hydrogène.

» Si l'eau pénétrait en nature par des fissures ou des pores du verre, elle serait entraînée en vapeur par le courant d'azote et viendrait augmenter le poids du tube à ponce phosphorique. »

---

donne le moindre excès; celle C^5O^4, qui correspond à l'une des analyses, conduirait à des nombres plus forts.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *L'élasticité active du muscle et l'énergie consacree à sa création dans le cas de contraction statique;* par M. **A. Chauveau.**

« J'ai cherché dans l'étude de la contraction statique des bases pour la détermination des lois de la thermodynamique musculaire, et les résultats auxquels je suis arrivé me permettront de présenter cette partie importante de la Physiologie sous une forme systématiquement simplifiée. En attendant cette exposition, en quelque sorte dogmatique, je crois devoir faire connaître à l'Académie les principales recherches originales auxquelles j'ai été entraîné par cette étude nouvelle. Aujourd'hui, j'expose les résultats que j'ai obtenus dans mes expériences pour la détermination de la proportion d'énergie consacrée à la création de la force élastique du muscle opérant le soutien fixe d'une charge. C'est une détermination que j'ai demandée, conformément aux précédents expérimentaux, à la mesure de l'échauffement causé par la transformation finale, en chaleur sensible, de toute l'énergie mise en jeu par la contraction musculaire. Je montrerai ensuite les rapports qui existent entre cette énergie et la force élastique qu'elle engendre.

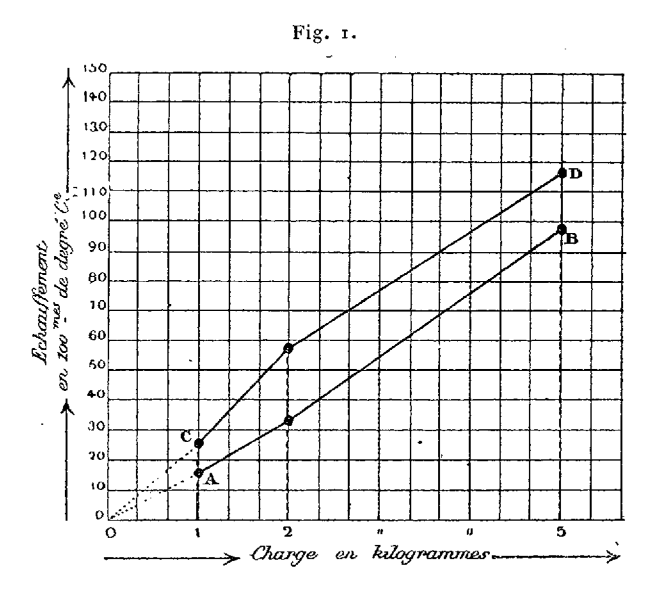
» A. *Loi de l'échauffement musculaire, déterminé, chez l'homme, par le soutien fixe d'une charge.* — J'ai employé dans mes expériences la seule méthode qui soit à la disposition des physiologistes pour opérer sur l'espèce humaine. C'est la méthode qui consiste à déterminer, à l'aide d'un thermomètre très sensible, à travers la peau, la température d'un muscle très superficiel, avant et après le soutien d'une charge. En l'espèce, je me suis servi du biceps brachial, soutenant un poids à l'extrémité de l'avant bras. La place me manque pour décrire le manuel opératoire, très simple du reste, au moyen duquel j'ai cherché à éviter les nombreuses influences intercurrentes qui peuvent troubler et même intervertir les résultats cherchés, dans ces expériences à la fois laborieuses et délicates. Je dois me borner à faire connaître ces résultats.

» La charge soutenue par le muscle peut être plus ou moins lourde, et le raccourcissement de la contraction plus ou moins prononcé. Dans toutes les conditions possibles du fonctionnement musculaire, ce sont ces deux influences qui dominent le mécanisme du muscle. Donc, ce qu'il

importe de déterminer, c'est l'action de ces deux influences sur l'échauffement relatif de l'organe musculaire, c'est-à-dire sur la proportion d'énergie que son activité met en mouvement.

» 1° *Influence de la charge.* — Dans toutes les expériences consacrées à l'étude de cette influence, l'avant-bras était maintenu fléchi à angle droit sur le bras et supportait des poids de 1^{kg}, 2^{kg} et 5^{kg}, généralement pendant deux minutes. Les résultats obtenus ont été des plus caractéristiques. La *fig.* 1 en donne une bonne idée, quoiqu'elle ait été composée avec des éléments recueillis à une époque où je ne possédais pas encore les conditions d'un bon mode opératoire.

Fig. 1.



» AB représente le graphique de la croissance de l'échauffement sur un premier sujet. Durée du soutien : deux minutes. Moyenne de cinq expériences.

» CD, même graphique des résultats obtenus sur un deuxième sujet. Durée du soutien : quatre minutes. Moyenne de deux expériences.

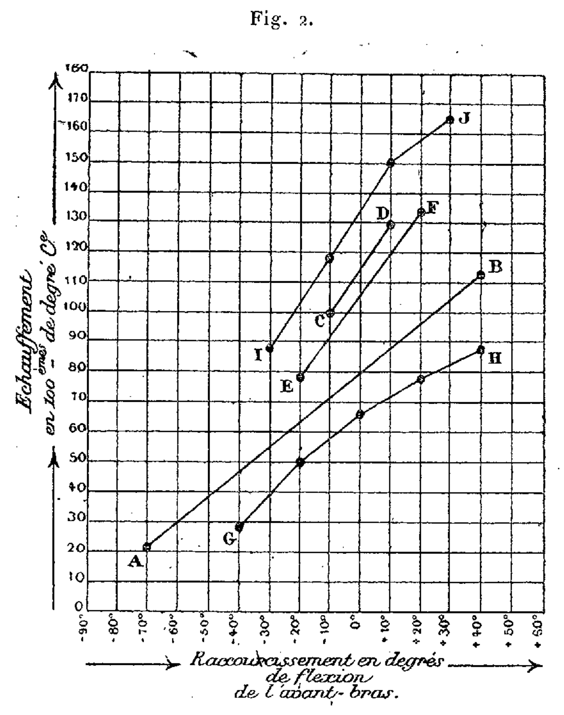
» Ces deux graphiques, malgré certain défaut de concordance, démontrent, d'une manière très suffisamment approximative, que *l'échauffement musculaire, indice de la dépense d'énergie consacrée à la contraction statique, croît avec et comme les charges soutenues, quand le raccourcissement du muscle reste le même.*

» 2° *Influence du raccourcissement du muscle en contraction.* — On fait varier le degré de raccourcissement du biceps contracté en fléchissant plus ou moins l'avant-bras. Ceci ne change rien à la valeur respective des moments des forces agissant sur le levier antibrachial, au moins dans les positions moyennes, quand la puissance (biceps) et la résistance (poids soutenu) agissent constamment l'une et l'autre suivant la même direction.

» Un grand nombre d'expériences, exécutées sur des sujets différents, ont été consacrées à l'étude de cette question de l'influence du raccourcissement musculaire, le point le plus important peut-être de toute la thermodynamique physiologique. Dans ces expériences, on a comparé l'échauffement que détermine, dans le biceps, le soutien d'une même charge par l'avant-bras plus ou moins fléchi. Comme exemple des résultats obtenus, je donnerai les graphiques de la *fig.* 2, qui représentent l'échauffement moyen constaté dans mes cinq premières séries d'expériences. Ce ne sont pas mes meilleures. Mais les graphiques sont tout prêts; je les utilise; ils suffisent, du reste, amplement à montrer les variations de l'échauffement sous l'influence des variations du degré du raccourcissement musculaire.

» C'est le degré de raccourcissement déterminé dans le biceps par la flexion de l'avant-bras à angle droit qui sert de type de comparaison. Cet angle est désigné sur la figure : angle 0°. Les angles plus fermés sont affectés du signe +; les angles plus ouverts, du signe —. Il y a, dans chaque série, autant de points que l'on a étudié de degrés de raccourcissement.

Fig. 2.



» AB résume les résultats obtenus sur un sujet, n° 1, dans sept expériences. Poids soutenu : 5kg. Durée du soutien : deux minutes. (Par erreur du dessinateur, le raccourcissement faible est signalé — 70°, au lieu de — 60°.)

» CD, résultats de quatre expériences sur un sujet, n° 2, avec 5kg soutenus pendant deux minutes.

» EF, même sujet. Mêmes conditions avec des degrés différents de raccourcissement, cinq expériences.

» GH, sujet n° 1, 2^{kg} soutenus pendant deux minutes, deux expériences.

» IJ, sujet n° 3, 5^{kg} soutenus pendant quatre minutes, expérience unique.

» Tous ces graphiques permettent de constater que, la charge soutenue par la contraction statique des muscles fléchisseurs de l'avant-bras restant la même, l'échauffement du biceps est d'autant plus considérable que le raccourcissement musculaire est plus prononcé. La croissance ne se montre pas régulière. Mais ceci s'explique en partie par ce fait que, pour simplifier, nous avons estimé la valeur du raccourcissement musculaire par celle des arcs que décrit l'avant-bras et que la vraie mesure de ce raccourcissement est donnée par la valeur des sinus de ces arcs. De plus, les auxiliaires du biceps, le long supinateur, les radiaux externes, le brachial antérieur lui-même interviennent inégalement suivant le degré de flexion du levier antibrachial. Enfin, il faut bien compter avec les nombreuses causes de trouble qui environnent de pareilles expériences.

» En somme, les résultats en sont tels qu'ils entraînent forcément la signification suivante : *La dépense d'énergie consacrée à la contraction statique, dépense mesurée par l'échauffement musculaire, croît avec et comme le raccourcissement du muscle quand la charge soutenue conserve la même valeur.*

» Que l'on fusionne cette dernière conclusion avec la précédente, et l'on obtiendra cette loi simple : *L'échauffement musculaire, indice de l'énergie dépensée par la contraction, pour le soutien d'une charge à hauteur fixe, est fonction de la charge multipliée par le raccourcissement du muscle.*

» B. *Loi de la création de la force élastique du muscle en contraction statique.* — Le muscle en contraction statique représente un organe doué d'une élasticité parfaite, grâce à laquelle il s'allonge comme le caoutchouc, sous une traction plus ou moins forte, pour revenir immédiatement à sa longueur première quand on cesse la traction. C'est cette force élastique qui fait équilibre aux charges soutenues par le muscle contracté. On peut donc en considérer la création comme une forme transitoire de l'énergie mise en œuvre par la contraction musculaire. Cette énergie, qui a pour origine la force vive développée par les combustions ou autres métamorphoses chimiques intra-musculaires, passerait donc, dans le muscle, par la forme de force élastique active, avant d'être restituée au monde extérieur sous forme de chaleur sensible [1]. Si cette conception est juste, la force

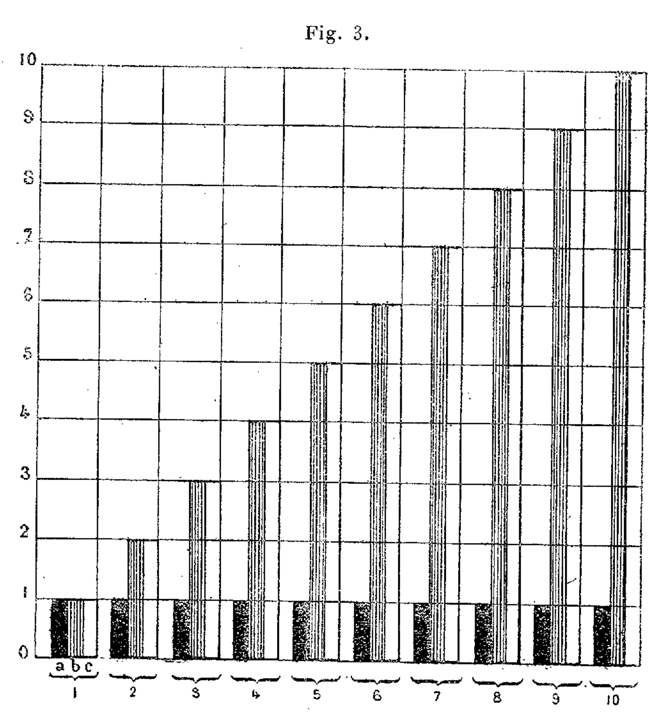
---

[1] Il importe pourtant de faire toutes réserves au sujet de ce qui peut être détourné de cette énergie par le travail des plaques nerveuses terminales, qui sera étudié à part.

élastique doit se montrer soumise aux mêmes influences que l'énergie elle-même décelée par l'échauffement.

» 1° *Influence de la charge sur la valeur de l'élasticité musculaire.* — Le raisonnement suffit à démontrer que l'*élasticité active du muscle, ou l'élasticité de contraction, à raccourcissement musculaire égal, croît en proportion arithmétique régulière quand les charges croissent de la même manière.* On comprend que, la charge soutenue étant, par exemple, égale à 1, la force élastique musculaire qui équilibre cette charge ne puisse avoir une autre valeur. Que la résistance, c'est-à-dire la charge, devienne 2, 3, 4, ..., 10, etc., la puissance ou la force élastique du muscle deviendra également 2, 3, 4, ..., 10, etc. Cette symétrie est parfaitement représentée par le schéma n° 3, composé de dix groupes de colonnes, parmi lesquelles *a* (col. pleine) représente le raccourcissement uniforme du muscle, *b* (col. striée) la charge régulièrement croissante, et *c* (col. vide) la force élastique qui fait équilibre à la charge, ou bien l'énergie créatrice de cette force élastique.

Fig. 3.



» 2° *Influence du raccourcissement du muscle sur la valeur de l'élasticité de contraction.* — A première vue, la solidarité qui vient d'être signalée entre le mouvement énergétique et l'élasticité du muscle, quand on soumet la charge à des variations, ne paraît plus exister lorsque l'on fait varier le raccourcissement de l'organe. En effet, le soutien d'un poids par l'avant-bras implique toujours le même équilibre entre la résistance que constitue le poids et la puissance formée par la force élastique des muscles

fléchisseurs du rayon osseux, quel que soit, du reste, le degré de flexion de celui-ci. D'où il résulte que, la charge soutenue restant la même, la puissance élastique qui la soutient, nécessairement équivalente à la charge, devrait rester la même dans tous les degrés de raccourcissement musculaire qu'il est possible d'imaginer. Il en faudrait conclure que la création de l'élasticité active du muscle exige une dépense d'autant plus grande d'énergie que la contraction de l'organe le raccourcit davantage; ce qui ne permettrait plus de considérer la création de la force élastique du muscle purement et simplement comme une forme de l'énergie, puisqu'il n'y aurait plus équivalence entre celle-ci et celle-là.

» Mais, en réalité, cette égalité de la force élastique du muscle, à tous les degrés du raccourcissement de la contraction, ne concerne qu'une partie de l'élasticité musculaire, celle qu'on peut appeler *élasticité effective*, parce qu'elle se traduit par son effet extérieur, l'équilibre de la charge soutenue. Outre cette *élasticité effective*, le muscle possède une *élasticité virtuelle* dont le coefficient, déterminé par la charge, donne la valeur, quand on le multiplie par le raccourcissement qu'entraîne la contraction.

» Rien n'est plus facile que de mettre cette élasticité virtuelle en évidence. Un poids d'une valeur quelconque, supposée équivaloir à l'unité, étant suspendu à l'extrémité du levier antibrachial, on donne successivement à celui-ci six positions différentes, dans lesquelles le raccourcissemeut du muscle croîtra régulièrement de 1 à 6 : je dis que l'élasticité musculaire croîtra de la même manière. On peut montrer, en effet, par l'expérience que, pour ramener au raccourcissement 1 le muscle raccourci comme 6, l'excitation psychique qui provoque la contraction restant la même, il faut, si l'unité de charge a été convenablement choisie, la multiplier par 6 en ajoutant un poids supplémentaire égal à 5 unités. Dans le cas où le poids ajouté multiplierait seulement trois fois la charge, le raccourcissement musculaire ne diminuerait que de moitié Il serait réduit d'un simple sixième si la charge additionnelle n'avait que la valeur de l'unité.

» Ainsi, voilà un muscle dont l'élasticité effective peut devenir de 1 à 6 fois plus forte, sans que l'excitation initiale de la contraction soit modifiée. Cette quantité de force élastique devient apparente quand le raccourcissement du muscle est ramené, par l'effet d'une surcharge, de la valeur 6 vers la valeur 1. C'est donc de l'élasticité qui préexistait *virtuellement* dans le muscle raccourci.

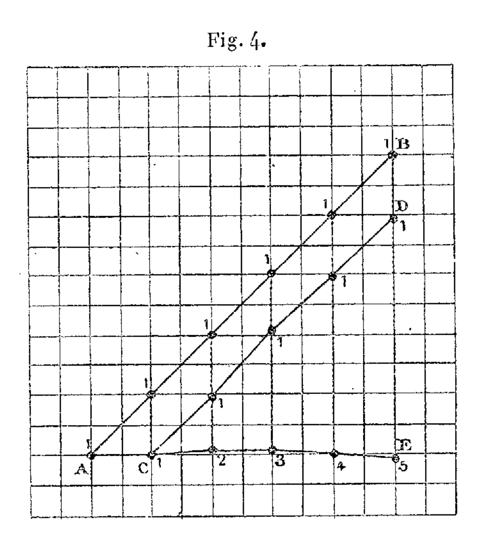
» L'expérience qui démontre cette préexistence est facile sur un sujet bien dressé, dont l'attention et surtout la vue restent détournées des manœuvres par lesquelles on opère les additions de charges, manœuvres qui doivent être exécutées rapidement et sans secousse, à l'aide de quelques précautions un peu délicates qu'on trouvera indiquées dans mon Mémoire complet. Je donne (*fig.* 4) un exemple des résultats qu'on peut obtenir en pareil cas, quand on maintient l'écart des flexions extrêmes entre des limites assez restreintes, au maximum entre -25° et $+25^\circ$, comme dans l'exemple qui a fourni les éléments de la présente démonstration graphique.

» AB représente le graphique du raccourcissement musculaire, avec soutien d'une charge uniforme (unité de charge 500^{gr}), à six hauteurs différentes, séparées par une même distance angulaire de 10°.

» CD est le graphique des positions prises par l'extrémité mobile du muscle en contraction quand il s'allonge sous l'effort d'une charge additionnelle égale à l'unité

(500^{gr}), uniforme pour tous les degrés du raccourcissement. La quantité dont le muscle s'allonge est à peu près la même dans tous les cas.

Fig. 4.



» CE représente le graphique des positions prises par l'extrémité du muscle sous la traction de charges proportionnelles au raccourcissement de la contraction primitive, traction qui a pour effet de réduire uniformément, ou à peu près, ce raccourcissement au minimum.

» Cette démonstration est péremptoire : le muscle raccourci par une contraction contient de l'*élasticité virtuelle,* qui devient apparente quand on la transforme en *élasticité effective* par addition d'une surcharge qui fait cesser le raccourcissement ; et l'on peut tirer de celui-ci d'autant plus de cette élasticité qu'il est plus prononcé, ce qui prouve que l'élasticité virtuelle est proportionnelle au degré de raccourcissement imprimé au muscle par la contraction.

» Nous pouvons donc affirmer maintenant que le développement de la force élastique du muscle contracté, pour soutenir une charge à hauteur fixe, est absolument symétrique avec le développement de l'énergie originelle mise en jeu pour créer cette force élastique. Cette symétrie peut être exprimée par la loi suivante :

» *La force élastique qui fait équilibre aux poids soutenus à hauteur fixe par le muscle en contraction statique est, comme l'échauffement musculaire, témoin de l'énergie mise en jeu pour la création de cette force, fonction de la charge multipliée par le degré de raccourcissement du muscle.*

» C. *Rapport de l'élasticité effective à l'élasticité totale.* — D'après les notions exposées ci-devant, l'élasticité musculaire est une puissance qui

peut être considérée comme étant employée à vaincre la résistance qu'opposent les éléments musculaires aux déplacements respectifs d'où résulte le raccourcissement du muscle. Dans cette puissance élastique, une partie reste cachée; c'est ce que nous avons appelé l'*élasticité virtuelle;* l'autre partie, l'*élasticité effective,* se manifeste extérieurement par le soutien de la charge que le muscle maintient en équilibre et se mesure par la valeur de cette charge. Il y a avantage à dissocier théoriquement ces deux fractions de la même force élastique. L'*élasticité effective*, en effet, répond exactement à ce que les physiologistes ont intérêt à désigner sous le nom de *travail statique*. Celui-ci peut donc être substitué à celle-là, dans les raisonnements et les calculs, quand on veut établir la valeur absolue et la valeur relative de l'énergie que représente le soutien fixe des charges par le muscle. Voici les conclusions qui s'imposent nécessairement sur ces deux points :

» 1° *La valeur absolue de l'élasticité effective (partant le travail statique et la partie d'énergie qu'il représente) est indépendante du raccourcissement musculaire et proportionnelle à la charge soutenue.*

» 2° *Le rapport de l'élasticité ou de l'énergie effectives à l'élasticité ou à l'énergie totales est indépendant de la valeur de la charge soutenue et inversement proportionnel au degré du raccourcissement musculaire.*

» D'où il résulte que le même travail statique (soutien d'une charge) met en mouvement d'autant plus d'énergie que le muscle accomplit ce travail sous un raccourcissement plus prononcé. Par exemple, le soutien d'une charge, dépensant 1 et 2 d'énergie quand le muscle est raccourci comme 1 et 2, en dépense 10 unités si l'organe se raccourcit comme 10. »

MÉMOIRES LUS.

HELMINTHOLOGIE. — *Note sur la difficulté de pouvoir reconnaître les Cysticerques du* Tænia saginata *ou* inermis, *dans les muscles du veau et du bœuf;* par M. **A. Laboulbène**.

« La fréquence des Ténias, appelés communément *Vers solitaires*, s'est accrue considérablement à Paris depuis une vingtaine d'années, et tous les observateurs reconnaissent que cette fréquence porte sur le Ver solitaire ou Ténia à tête inerme (*Tænia saginata*), tandis que le Ver à tête armée (*Tænia solium*) est devenu de plus en plus rare. On doit attribuer ce fait

remarquable à la diversité d'origine de ces deux Vers : les germes, ou Cysticerques du premier, nous viennent de la viande du veau et du bœuf, tandis que les grains de ladrerie, ou Cysticerques du second, se trouvent dans celle du porc domestiqué.

» Les règlements administratifs sont rigoureusement appliqués pour le porc, et toute viande ou chair musculaire reconnue ladre après examen est exclue de l'alimentation. De là résulte cette disparition continue du *Tœnia solium* ou Ténia armé. J'avais constaté, en 1875, la proportion d'un seul Ténia armé pour quinze ou vingt Ténias inermes; aujourd'hui, il faudrait dire, suivant les années, un sur cinquante, sur soixante et même cent.

» L'abondance croissante du Ténia inerme provenant du bœuf s'explique facilement par l'habitude très répandue de manger la viande saignante ou peu cuite, et aussi par l'usage thérapeutique de la chair crue, pulpée, introduit en 1841, par Weisse, de Saint-Pétersbourg. Et cependant, lorsqu'on veut constater dans la viande de boucherie les Cysticerques du Ténia si communément répandu, on ne les aperçoit pas. Ces germes vésiculeux n'ont été signalés qu'en Algérie, en Abyssinie, en Syrie et aux Indes. Quelques observations de Cysticerques inermes ont été faites seulement à Francfort, à Zurich, à Berne, en Hongrie, en Alsace. Personne, à ma connaissance, n'a vu directement les Cysticerques du bœuf, ni en Angleterre, ni en France où l'on devrait arriver à les trouver ; car, je le répète à dessein, les malades atteints du *Tœnia saginata* indiquent presque toujours avec précision l'origine du Ver, causée par l'ingestion de la viande de bœuf peu cuite ou crue.

» J'ai été préoccupé depuis longtemps d'arriver à pouvoir reconnaître par la méthode expérimentale les Cysticerques du bœuf ou du veau ladre, aussi bien que ceux du porc. Dans une Lettre à l'Académie de Médecine, en 1877, je faisais allusion à des expériences commencées dans ce but avec le directeur de l'École d'Alfort. Plus tard, je remettais à un observateur habile, M. Gabriel Colin, des Ténias inermes que je venais de faire rendre, et il en donnait, à Alfort, des cucurbitains ou anneaux mûrs à des animaux pour les infester de Cysticerques. M. Gabriel Colin réussit parfaitement, et nous pûmes voir la ladrerie bovine, le Cysticerque inerme sous ses diverses formes, et en faire de nombreuses préparations.

» C'est alors qu'un fait inattendu et de la plus haute importance vint me frapper. M. Gabriel Colin m'ayant remis des morceaux de viande d'un animal tué le matin (viande fraîche et fragments pareils dans l'alcool), il était facile de voir les Cysticerques allongés, bien reconnaissables, dirigés dans le sens longitudinal des fibres musculaires et placés entre elles. Le lende-

main, les Cysticerques étaient aussi reconnaissables et même plus nets dans les fragments musculaires mis dans l'alcool, tandis que sur la viande encore très fraîche on ne les trouvait plus; ils avaient disparu à tel point, que j'ai cru à une erreur involontaire, à une substitution de morceaux de viande. M. Lateux, chef de laboratoire, et des personnes auxquelles j'avais montré, la veille, les Cysticerques, partageaient mon étonnement. Il n'y avait pas erreur, ni substitution de morceaux de viande les uns aux autres, mais constatation d'une propriété encore inconnue des vésicules du bœuf ladre, de s'affaisser et de disparaître, en quelque sorte, au contact de l'air.

» On savait, depuis les recherches de Leuckart, de Mosler, de Cobbold, de Saint-Cyr, de Masse et Pourquier, de Zenker, Heller, Perroncito et d'autres, qu'on parvient à obtenir des Cysticerques chez les veaux, les bœufs et même la chèvre et le mouton, par l'introduction, dans le tube digestif, de cucurbitains chargés d'œufs du *Tœnia saginata*. Mais aucun auteur n'avait encore signalé cette disparition rapide de l'aspect des Cysticerques sur la viande du veau et du bœuf. Craignant de n'avoir pas suffisamment examiné ou d'être en présence d'un cas exceptionnel, j'ai attendu l'occasion favorable. M. Gabriel Colin ayant quitté Paris, je n'ai rien publié à cet égard.

» Enfin, par une nouvelle tentative faite avec MM. Guichard et Georges Pouchet au laboratoire des Hautes Études d'Anatomie comparée, j'ai acquis la certitude de la difficulté qu'on éprouve pour reconnaître la ladrerie bovine, à cause de la rapide disparition de l'aspect vésiculeux des Cysticerques.

» Une nouvelle Communication portera sur l'expérience tout à fait concluante pour faire toujours reconnaître sur la viande de boucherie les grains de ladrerie ou les Cysticerques du *Tœnia saginata*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ACOUSTIQUE. — *Sur l'écoulement du son par des tuyaux cylindriques.* Mémoire de M. **V. Neyreneuf**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart et Boussinesq.)

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (t. XCV), je donnais l'énoncé d'une loi relative à l'écoulement du son par des tuyaux cylindriques dont le diamètre est peu considérable (de 6^{mm} à 26^{mm}).

» Cette loi est identique à celle qui a été établie par Poiseuille pour l'écoulement des fluides par les tuyaux capillaires. Si l'on appelle I l'intensité du son à l'orifice de sortie; l, d, la longueur et le diamètre du tuyau; K une constante fonction de l'intensité de la source sonore et de la nature de la substance formant le tuyau, on peut écrire $I = K\frac{d^4}{l}$.

» Les mesures de l et de d ne présentent aucune difficulté particulière, mais il en est autrement de I, que j'ai pu évaluer à l'aide d'une *flamme sensible* nouvelle, au fonctionnement de laquelle je consacre tout un Chapitre.

» Il est aussi nécessaire d'étudier les sources de son employées et de se mettre à l'abri des effets de résonance qui interviendraient pour masquer le phénomène et souvent pour en changer le sens. Je m'applique, dans un second Chapitre, à bien définir les sons dont j'ai fait usage et à indiquer les précautions à prendre pour laisser à leur écoulement un caractère bien défini.

» J'aborde enfin les déterminations expérimentales, faites sur des tuyaux dont variaient la longueur et le diamètre, et j'indique quelques résultats sur la constante K, relatifs à l'influence de la nature de la substance du tuyau. »

M. **P. Delestre** adresse une Note « sur le fait de plusieurs éclipses totales de Lune, accompagnées d'une disparition complète de l'astre ».

(Commissaires : MM. Lœwy, Tisserand, Wolf.)

CORRESPONDANCE.

M. **K.-B. Murray**, Secrétaire de la « Decimal Association », adresse une Lettre relative aux divers faits qui peuvent se rattacher à l'adoption du système métrique.

(Renvoi à l'examen de MM. Fizeau et Faye.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Études sur la théorie des comètes périodiques.* Note de M. O. **Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« Après avoir étudié les circonstances principales de la capture d'une *comète* par une planète ([1]), j'ai dû examiner quelques difficultés que paraît offrir au premier abord la théorie de la capture.

» Une première difficulté se présente lorsqu'on admet que les comètes ont été capturées d'un seul coup : il y a plusieurs comètes associées à Jupiter qui contrediraient cette hypothèse.

» Comme il faut des conditions spéciales pour qu'une comète parabolique devienne elliptique à courte période, rien n'empêche de supposer que la capture s'est effectuée en plusieurs fois. Encore faut-il que l'approche d'une comète et d'une planète perturbatrice soit un phénomène assez fréquent. Cette question conduit au problème suivant traité par Olbers (*Astronomische Nachrichten*, n° 128) :

» *Déterminer la probabilité pour qu'une comète, sur laquelle on ne suppose rien, sinon que sa distance périhélie est inférieure au rayon* R *de l'orbite d'une planète, approche de la planète à une distance égale ou inférieure à* ρ (ρ *est supposé petit par rapport à* R).

» Mais le rapport du rayon ρ de la sphère d'activité à R étant faible ($\frac{1}{20}$ dans le cas de Jupiter), et la probabilité cherchée, de l'ordre de $\left(\frac{\rho}{R}\right)^2$, on se heurte à l'objection que trop peu de comètes paraboliques seraient influencées par la planète et changées en comètes périodiques. Toutefois, il paraît y avoir des causes systématiques qui mettent en défaut le *calcul des probabilités*.

» D'une part, Le Verrier a donné une belle explication de ce fait qu'une comète qui n'atteint pas tout à fait l'orbite de Jupiter peut cependant avoir été capturée dans le passé. Cela tient au déplacement séculaire de l'aphélie de la comète et à l'excentricité de l'orbite de Jupiter (*Comptes rendus*, t. XXV). J'ai remarqué, d'autre part, que la distance périhélie d'une comète extérieure diminue sensiblement quand la comète tend à devenir

---

([1]) Voir les *Comptes rendus* de la séance du 24 mars. Il faut multiplier l'expression de S (p. 626) par $\cos\omega$ et lire $q_1 > 1,5$, au lieu de $q_1 > 1,8$ (p. 627).

elliptique par l'influence de Jupiter. Au bout d'un temps assez long, les comètes paraboliques extérieures à Jupiter peuvent donc rencontrer la sphère d'activité, subir des perturbations importantes et devenir des comètes à courte période.

» Il importe de remarquer que la longueur du temps nécessaire pour parvenir à ce résultat ne constitue pas ici une difficulté, parce qu'il n'existe pas de cause de destruction pour les comètes maintenues éloignées du Soleil et de la planète perturbatrice.

» En somme, la théorie de la capture des comètes périodiques suffit à expliquer les propriétés caractéristiques de leurs orbites, et les objections qu'on pourrait lui opposer : rareté des approches des comètes et des planètes, absence d'orbites hyperboliques, ne résistent pas à un examen approfondi (¹). »

ASTRONOMIE. — *Sur une photographie de la nébuleuse annulaire de la Lyre, obtenue à l'observatoire de Bordeaux, le 24 juin 1890*. Note de M. G. **Rayet**, présentée par M. Mouchez.

« Le beau ciel que nous avons eu à Bordeaux pendant les premiers jours de la Lune actuelle a permis à M. Courty d'obtenir, avec une pose de trois heures, une très belle photographie de la nébuleuse annulaire de la Lyre qui me paraît présenter quelque intérêt.

» Cette photographie montre toutes les étoiles vues par Lord Rosse en 1844 dans le cercle stellaire qui enveloppe l'anneau; cependant l'étoile numérotée 3 par Lord Rosse (*Transactions philosophiques* pour 1844) paraît n'être que double, tandis que cet astronome, et plus tard A. Hall l'ont vue triple.

» Mais la particularité la plus remarquable de notre épreuve est l'indication bien précise de l'existence d'une étoile nébuleuse de 14e ou 15e grandeur située à l'intérieur et presque au centre de l'anneau. Cette étoile existe également sur une photographie obtenue avec une heure cinquante minutes de pose; photographie qui ne donne que trois des sept étoiles de Lord Rosse.

» L'étoile intérieure de la nébuleuse a été remarquée pour la première fois par Hahn vers les premières années de ce siècle (*Jahrbuch* pour 1803).

(¹) La publication du Mémoire détaillé établissant ces divers résultats a été autorisée par M. l'amiral Mouchez dans le Tome XX des *Annales de l'Observatoire de Paris*.

Son existence est ensuite signalée : en 1855 par le Père Secchi (*Astronomische*, n° 1018, et *Memorie dell' osservatorio dell Collegio Romano*, 1852-55); en 1860 par Lassell; en 1865-67 par Schultz (*Observations sur les nébuleuses;* Upsal 1874); en 1875 par Holden, qui la voit difficilement avec le grand équatorial de Washington (*Monthly Notices*, t. XXXVII). Enfin elle a été photographiée par M. de Gothard en 1886 (*Astronomische*, n° 2749), et vue en 1887, à Vienne, par M. R. Spitaler (*Astronomische*, n° 2800).

» En revanche, cette même étoile n'a pas été remarquée en 1833 par Herschel; elle ne figure pas sur le dessin de Lord Rosse (1844); d'Arrest ne l'a pas vue en 1861 (*Siderum nebulosorum*, p. 334); A. Hall l'a inutilement cherchée en 1877 (*Astronomische*, n° 2186); M. Vogel ne l'a pas aperçue davantage en 1883 avec le grand équatorial de Vienne (*Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, n° 14). Enfin elle ne paraît pas exister sur les photographies des frères Henry antérieures à 1886 (*Astronomische*, n° 2754).

» En signalant à l'Académie la possibilité de photographier facilement aujourd'hui l'étoile intérieure de la nébuleuse de la Lyre, j'espère apporter une preuve nouvelle de la variabilité de cette étoile, dont il faudra maintenant suivre attentivement les vibrations d'éclat ([1]). »

ASTRONOMIE. — *Éclipse partielle de Soleil du 17 juin 1890.* Observation transmise par M. **J. Léotard** ([2]).

Observateurs : MM. Bruguière, Codde, Léotard, Fabry et Nègre.
Lunettes de 160^{mm}, de 108^{mm} et de 75^{mm}.

	h m s	
Premier contact à	8. 8.28	(heure nationale)
Maximum de l'éclipse partielle (59 centièmes), à .	9.26	»
Dernier contact à	10.51.55	»
Durée totale	2.43.27	»

» Ces chiffres ne concordent pas exactement avec ceux de la *Connaissance des Temps*. »

([1]) En examinant ce cliché avec une bonne loupe, M. Mouchez croit avoir aperçu dans l'intérieur de cette nébuleuse quatre autres étoiles beaucoup plus faibles qui n'ont jamais été signalées; elles formeraient un carré à peu près régulier autour de l'étoile centrale dans la partie claire de la nébuleuse; mais il sera nécessaire de vérifier ce fait avec un microscope; si l'étoile centrale est de 15e grandeur, les quatre nouvelles seraient de la 17e peut-être. E. M.

([2]) Observatoire de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

ASTRONOMIE. — *Occultation par la Lune de l'étoile double β Scorpion* (3e *gr.*), *le* 29 *juin* 1890. Observation transmise par M. **J. Léotard** (¹).

Observateurs : MM. Léotard, Codde et Nègre.

Lunettes de 160^{mm} et de 108^{mm}.

« Immersion de β^1 à $10^h 23^m 28^s,5$ (heure nationale), sur le bord obscur de la Lune, à la hauteur du sud de la mer des Humeurs. Les deux composantes sont entrées à peu près en même temps, d'une façon légèrement graduelle.

» Émersion de β^1 à $11^h 37^m 17^s,5$ (heure nationale), sur le bord éclairé de la Lune, à la hauteur du cirque Vendelinus, dans le sud de la mer de la Fécondité. β^1 est sortie plusieurs secondes avant β^2. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la propagation anomale des ondes.* Note de M. **Gouy**.

« Dans une Note récente (²), j'ai montré par des expériences d'interférences qu'une onde lumineuse, en passant par un foyer réel, gagne une avance de $\frac{\lambda}{2}$, conformément à la théorie déduite du principe de Huygens. Je me suis occupé d'étendre ces vérifications expérimentales à d'autres cas analogues.

» D'après la théorie, une onde doit gagner une avance de $\frac{\lambda}{4}$ en passant par une ligne focale; par suite, une onde convergente non sphérique doit gagner $\frac{\lambda}{2}$ en passant par les deux lignes focales qu'elle traverse avant de devenir divergente. On peut le vérifier au moyen de l'appareil à deux miroirs plan et concave, qui a déjà servi pour les ondes sphériques; dans le cas actuel, l'angle d'incidence sur les deux miroirs peut être, non plus très petit, mais quelconque, jusqu'à 60° ou 70°. Le faisceau réfléchi sur le miroir concave forme alors deux lignes focales, dont la distance peut aller jusqu'à 1^m. Au delà, on constate aisément l'existence de franges d'interférences à colorations symétriques par rapport à une frange centrale noire, comme avec les ondes sphériques.

(¹) Observatoire de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

(²) *Comptes rendus,* 16 juin 1890.

» Pour étudier le cas où les ondes passent par une seule ligne focale, on peut se servir du même appareil, en examinant les franges après la première ligne focale, ou bien remplacer le miroir sphérique par un miroir cylindrique. On constate qu'il n'y a pas de symétrie par rapport à une frange noire ou blanche. Les franges obscures, où les colorations sont surtout sensibles, sont toutes plus ou moins irisées; une d'elles, A, l'est assez peu; sa voisine, B, l'est davantage et en sens inverse de A; puis, de l'autre côté de A, vient la frange C encore plus irisée, et ainsi de suite. Il en résulte que la *ligne incolore*, où les conditions d'interférences sont les mêmes pour toutes les couleurs, est comprise entre A et le milieu de l'intervalle de A à B. La différence de marche, produite par le passage de l'onde par la ligne focale, est donc intermédiaire entre o et $\frac{\lambda}{2}$. Si l'on compare les franges avec celles que donne un compensateur de Babinet, examiné avec un nicol dans la lumière blanche polarisée circulairement, on constate une analogie complète, ce qui confirme l'existence de la différence de marche $\frac{\lambda}{4}$. Enfin, le sens des colorations montre que c'est bien une *avance* de $\frac{\lambda}{4}$ que prend le faisceau qui passe par la ligne focale [1].

» Je me suis occupé aussi d'un autre phénomène qui présente quelque analogie avec ceux-ci. Faisons tomber le faisceau réfléchi par un des miroirs sur un écran percé d'une ouverture très petite; il en sortira un filet de lumière que nous pourrons faire interférer avec le faisceau réfléchi sur l'autre miroir. Le principe de Huygens nous fait prévoir qu'à une distance suffisante les ondes qui traversent cette petite ouverture auront pris une avance de $\frac{\lambda}{4}$, comme dans le cas précédent. L'expérience confirme encore cette déduction, en montrant les mêmes franges dissymétriques que dans le cas précédent. Si l'on remplace la petite ouverture par une fente fine, l'avance théorique se réduit à $\frac{\lambda}{8}$, et la dissymétrie des franges, bien que faible, est encore visible dans de bonnes conditions. Je dois me borner ici

---

(1) Dans toutes ces expériences, les franges ont une largeur d'environ $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$; il faut les observer avec un grossissement assez fort pour que les nuances soient bien visibles, et surtout éviter que, par défaut d'achromatisme, les apparences soient variables avec la position de l'œil ou de l'instrument. On peut faire usage d'une forte loupe achromatique ou, mieux encore, d'un bon microscope ordinaire, grossissant 30 ou 40 fois: ce dernier moyen est commode et parfaitement sûr.

à faire mention de ces expériences, qui peuvent être variées de diverses manières, et seront décrites avec les détails nécessaires.

» Dans ces divers phénomènes, nous constatons une avance prise par l'onde sur la position qu'elle occuperait si elle se propageait avec une vitesse constante. Comme il ne peut être question d'une variation brusque des vibrations, nous sommes obligés de reconnaître que, dans ces conditions exceptionnelles, la propagation s'effectue avec une vitesse un peu plus grande que la valeur normale, de manière à faire gagner à l'onde cette avance de $\frac{\lambda}{2}$, $\frac{\lambda}{4}$ ou $\frac{\lambda}{8}$. On doit donc attribuer ces phénomènes à une *propagation anomale des ondes,* qui ne paraît pas limitée aux seules ondes lumineuses [1].

» Les résultats qui précèdent permettent de rendre compte d'une difficulté singulière que présentait le principe de Huygens. Si l'on considère tous les éléments d'une surface d'onde S comme des centres d'ébranlement, on est obligé de leur attribuer, comme on sait, une avance d'un quart de vibration sur le mouvement existant sur la surface S, afin de satisfaire aux lois de la propagation des ondes. Mais cette hypothèse est inacceptable en elle-même; car, en raison de la continuité, le mouvement envoyé par un élément de la surface S, considéré tout près de cette surface, ne peut avoir une avance de phase finie. La difficulté disparaît si l'on remarque que chaque élément de surface doit se comporter comme l'ouverture très petite dont il a été question plus haut. Le mouvement envoyé par l'élément a bien, au départ, la même phase que celui qui existe sur la surface S, mais la vitesse anomale de propagation lui fait gagner, dans les premiers instants de son parcours, l'avance $\frac{\lambda}{4}$ dont la nécessité s'imposait; en sorte que, dans les formules usuelles où l'on suppose la vitesse de propagation constante, cela revient à attribuer à ce mouvement une avance d'un quart de vibration. »

---

[1] Cette vitesse anomale de propagation paraît se rattacher aux propriétés générales des mouvements vibratoires *périodiques,* et l'on peut en rendre compte en regardant les ondes comme formées par la superposition d'une infinité d'ondes planes, suivant la méthode souvent employée pour intégrer les équations différentielles des petits mouvements. Je me propose d'en développer la théorie et de tenter quelques expériences qui en résultent pour les ondes sonores.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action par la voie sèche des différents arséniates de potasse et de soude sur quelques sesquioxydes métalliques.* Note de M. C. Lefèvre, présentée par M. Troost.

« *Alumine.* — Le métaarséniate de potasse donne, avec une proportion d'alumine de 6 à 7 pour 100, un pyroarséniate répondant à la composition $2Al^2O^3, 3AsO^5$. Ce produit se présente sous forme de petits prismes incolores et transparents, terminés par un pointement. Ils présentent des extinctions longitudinales et ont deux axes très écartés. Si la proportion d'alumine devient supérieure à 7 pour 100, on obtient l'arséniate $2Al^2O^3, 3KO, 3AsO^5$, analogue au phosphate correspondant. Ce sont des lamelles incolores, striées, paraissant corrodées et présentant des extinctions longitudinales. L'addition de $\frac{1}{5}$ de chlorure de potassium au mélange favorise la cristallisation de ce dernier produit. Une plus forte proportion de chlorure diminue la solubilité de l'alumine et laisse un produit presque amorphe.

» Le pyro et l'orthoarséniate de potasse, mélangés de chlorures de potassium en proportion suffisante pour obtenir une masse fluide, ne donnent qu'un produit amorphe. Il est probable que le produit qui prend naissance dans ces conditions, probablement l'arséniate précédent

$$2Al^2O^3, 3KO, 3AsO^5,$$

est plus fusible que le chlorure alcalin, ce qui empêche la cristallisation.

» Avec le métaarséniate de soude, on obtient le pyroarséniate

$$2Al^2O^3, 3AsO^5,$$

décrit déjà. Si la proportion d'alumine dépasse de 8 pour 100 celle de l'arséniate, il se forme, outre le produit précédent, un autre ayant pour composition $2Al^2O^3, 3NaO, 3AsO^5$. Ce dernier corps prend seul naissance quand on ajoute au mélange environ $\frac{1}{5}$ de chlorure de sodium. Il se présente sous la forme de lamelles transparentes, corrodées et à extinctions longitudinales. Avec une plus forte proportion de chlorure alcalin, ou en opérant avec le pyro ou l'orthoarséniate de soude, il se passe le même phénomène qu'avec les sels de potasse.

» *Chrome.* — Le métaarséniate de potasse donne, avec le sesquioxyde de

chrome, non en excès, un pyroarséniate de composition $2Cr^2O^3, 3AsO^5$. Ce sont des prismes verts, transparents, tantôt allongés, tantôt aplatis, présentant des extinctions obliques. Ils sont insolubles dans les acides étendus. En opérant avec une proportion de sesquioxyde supérieure à 7 pour 100, on obtient l'arséniate $2Cr^2O^3, 3KO, 3AsO^5$ sous forme de prismes verts transparents, maclés, à extinctions obliques, probablement clinorhombiques. Quand on ajoute au mélange du chlorure de potassium, on observe le même phénomène qu'avec l'alumine.

» Avec le métaarséniate de soude, on obtient, avec peu d'oxyde, le pyroarséniate $2Cr^2O^3, 3AsO^5$, décrit précédemment.

» Si l'on emploie plus de 8 pour 100 de sesquioxyde, on obtient, outre ce produit, quelques cristaux de l'arséniate $2Cr^2O^3, 3NaO, 3AsO^5$. Ce dernier corps prend seul naissance quand on ajoute $\frac{1}{5}$ de chlorure alcalin au mélange. Ce sont des cristaux verts, transparents, cristallisés en dodécaèdres rhomboïdaux.

» *Fer.* — Le métaarséniate de potasse donne, avec environ 7 pour 100 de sesquioxyde de fer, des prismes incolores et transparents agissant énergiquement sur la lumière polarisée. Ils appartiennent au système orthorhombique et présentent les facettes g_1 et h_1. Leur composition est celle du pyroarséniate $KO, Fe^2O^3, 2AsO^5$. Avec une proportion d'oxyde supérieure à 7 pour 100, on obtient, outre ce produit, l'arséniate

$$2Fe^2O^3, 3KO, 3AsO^5.$$

En ajoutant $\frac{1}{5}$ de chlorure alcalin, on n'obtient plus que ce corps, sous forme de larges lamelles verdâtres, dépolarisant énergiquement la lumière et trop fortement maclées pour en déterminer le système. Une proportion plus grande de chlorure alcalin entrave la cristallisation, de même que pour le chrome et l'alumine.

» Avec le métaarséniate de soude, on obtient, quand on n'emploie pas un excès d'oxyde, des prismes transparents, verdâtres, présentant des extinctions à 30° de l'axe d'allongement. Leur composition est celle du pyroarséniate $Fe^2O^3, NaO, 2AsO^5$. Une proportion assez grande d'oxyde donne, outre ce produit, l'arséniate $2Fe^2O^3, 3NaO, 3AsO^5$, qui prend seul naissance quand on opère avec $\frac{1}{5}$ de chlorure alcalin. Ce sont des prismes verts, transparents, brisés aux extrémités clinorhombiques, et présentant des extinctions à 25° de l'axe d'allongement.

» En résumé, les sesquioxydes que nous avons étudiés donnent toujours un arséniate de composition $2MO, KO, AsO^5$, comme le font les

oxydes alcalino-terreux et ceux de la série magnésienne (1). En outre, on retrouve avec eux l'arséniate $2MO, NaO, AsO^5$, que donnaient la chaux, la magnésie, le zinc et le nickel. Ils se distinguent des oxydes étudiés jusqu'alors en ce qu'ils donnent des sels correspondants avec les arséniates de potasse et de soude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle méthode de préparation de l'azotate basique de cuivre et des sous-azotates métalliques cristallisés*. Note de M. **G. Rousseau**, présentée par M. Troost.

« La composition de l'azotate basique de cuivre a été l'objet de nombreuses controverses. Berzélius et Graham avaient assigné la formule $3CuO, AzO^5, HO$ à la poudre amorphe provenant de la calcination du sel neutre à 170° ou de sa précipitation incomplète par l'ammoniaque. Graham voyait là un argument en faveur de sa théorie des azotates basiques, qu'il considérait comme dérivant de l'acide azotique quadrihydraté dans lequel l'eau serait remplacée par une proportion équivalente de base.

» Cette manière de voir fut combattue par Gerhardt ; il montra que la composition du sous-azotate de cuivre correspond à

$$3CuO, CuO, AzO^5, HO.$$

Cette nouvelle formule a été confirmée depuis par Gladstone, Reindel, Kühn et Field.

» D'après Casselmann, le précipité qui se forme quand on décompose à l'ébullition les dissolutions de l'azotate neutre de cuivre par divers acétates métalliques renferme $2(3CuO, CuO, AzO^5), 7HO$.

» Les paillettes cristallines obtenues en chauffant un mélange d'azotate de cuivre et d'azotate de potasse, ou en faisant passer un courant de vapeurs nitreuses dans de l'eau tenant de l'hydrate cuivrique en suspension, donnent à l'analyse des nombres qui concordent avec la formule $3CuO, CuO, AzO^5, 3HO$ (Vogel et Reischauer).

» Enfin, M. L. Bourgeois a préparé tout récemment un sous-nitrate de cuivre en chauffant une dissolution de nitrate de cuivre, en tubes scellés, en présence de l'urée. Ce composé présente la composition et la forme cristalline de la *gerhardtite*, tandis que les prismes obtenus par MM. Wells

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1058, et t. CX, p. 405.

et Pemfield, en chauffant à 150° une solution de nitrate de cuivre avec du cuivre métallique, constituent une variété dimorphe de cette espèce minérale.

» Je me suis proposé de reprendre l'étude de cette question, afin de rechercher s'il ne serait pas possible d'isoler un second nitrate basique correspondant à la formule de Graham. Dans ce but, j'ai eu recours à la méthode qui m'avait déjà fourni les oxychlorures cristallisés. J'ai soumis à l'action de la chaleur, en tubes scellés et en présence d'un carbonate alcalino-terreux, les deux hydrates de l'azotate neutre de cuivre.

» L'hydrate solide $CuO, AzO^5, 3HO$, mêlé de fragments de marbre, a été chauffé, pendant vingt-quatre à quarante-huit heures, à des températures comprises entre 180° et 330°.

» Une partie du sel neutre s'est transformée en sel basique, cristallisé en tables minces d'un vert bleuâtre, dont les plus grandes ne dépassent pas 3^{mm} à 4^{mm} de côté ; elles sont probablement identiques avec les paillettes orthorhombiques obtenues par M. Bourgeois. De fait, je me suis assuré qu'elles présentent des extinctions longitudinales en lumière parallèle.

» Avec l'hydrate $CuO, AzO^5, 6HO$, on obtient des cristaux de dimensions beaucoup plus considérables. La température la plus favorable est d'environ 220°-225°. L'azotate basique cristallise, dans ces conditions, en magnifiques prismes verts et transparents, présentant des extinctions obliques en lumière parallèle et qui atteignent jusqu'à 5^{cm} de longueur, sur 3^{mm} à 4^{mm} de largeur et 2^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur. Ce sont là sans doute les cristaux décrits par MM. Wells et Pemfield comme dérivant d'un prisme clinorhombique, et que M. Bourgeois n'a pu réussir à reproduire par la méthode de ces savants.

» Quel que soit celui des deux hydrates du sel neutre que l'on ait soumis à l'expérience, l'azotate basique produit correspond invariablement à la formule de Gerhardt $3CuO, CuO, AzO^5, HO$. Les analyses suivantes ont été effectuées sur des échantillons préparés en chauffant, à diverses températures, les deux hydrates du sel neutre :

	Avec l'hydrate à 3 Aq.				Avec l'hydrate à 6 Aq.			Calculé pour $4CuO, AzO^5, 3HO$.
	275°.			330°.	225°.		250°.	
CuO...	65,95	66,25	66,35	66,38	65,81	66,23	65,89	66,25
HO....	»	»	11,19	10,7	11,53	11,49	»	11,25

» Il faut donc rejeter définitivement la formule proposée par Berzélius

et par Graham. Ajoutons que cette constance de composition du sous-azotate de cuivre, jusqu'à la température de 330° voisine de celle où il se détruit, laisse peu d'espoir d'obtenir un second azotate basique.

» Quoi qu'il en soit, les recherches qui précèdent montrent avec quelle facilité on peut obtenir les azotates basiques en cristaux volumineux, à l'aide des hydrates des sels neutres correspondants. Je m'occupe de préparer, par cette voie, les sous-azotates cristallisés des métaux de la série magnésienne. J'aurai bientôt l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats des études que je poursuis en ce moment. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les bromures doubles de phosphore et d'iridium.* Note de M. G. **Geisenheimer**, présentée par M. Troost.

« Dans un tube fermé à un bout, on introduit 1gr d'hydrate de bioxyde d'iridium qu'on recouvre d'une dizaine de grammes de brome. On agite le tube pour que le brome mouille bien tout l'oxyde, puis on ajoute goutte à goutte suffisamment de tribromure de phosphore pour que le tout se prenne en masse. On scelle le tube, en ayant soin de lui ménager une longue pointe, et on le porte, pendant deux ou trois heures, à 150° dans un bain d'air. Lorsque le tube est froid, on ouvre la pointe pour laisser l'acide bromhydrique se dégager, puis on la ferme de nouveau et l'on chauffe pendant vingt-quatre heures à 300°.

» Au bout de ce temps, le tube ne contient plus qu'un liquide rouge noir très foncé, qui se prend par refroidissement en cristaux rouges et jaunes enchevêtrés. On place alors le tube verticalement, la pointe en l'air, dans une étuve à 100°, pendant deux ou trois heures; lorsqu'on le retire, on l'incline de façon à décanter le liquide formé et à le séparer des cristaux rouges qui ont résisté à cette opération et on le laisse refroidir, la pointe en bas. Enfin, on le coupe et l'on reprend deux ou trois fois les cristaux par du sulfure de carbone bouillant. On sèche le produit dans un courant d'air sec. Il a pour formule $Ir^2P^3Br^{12}$:

$$Ir^2Br^3, 3PBr^3 ;$$

c'est un corps rouge cristallisé en aiguilles. L'eau l'attaque partiellement, comme le chlorure double correspondant, et donne un acide et un corps noir à reflets rouges, très difficilement soluble dans l'eau; ce dernier a néanmoins la même composition.

» Chauffé en tube scellé à 200° avec du tribromure de phosphore, ce bromure double se dissout et donne par refroidissement des cristaux noirs $Ir^2P^2Br^9$:

$$Ir^2Br^3,\ 2PBr^3.$$

» On conçoit, d'après cette réaction, qu'il faille éviter un excès de tribromure de phosphore dans la préparation décrite plus haut.

» Toutes nos tentatives pour obtenir le bromure correspondant au chlorure double $Ir^2P^3Cl^{15}$ ont échoué.

» Si l'on chauffe le bromure $Ir^2P^3Br^{12}$ en tube scellé avec du brome, on obtient le composé $Ir^2P^2Br^9$ et du pentabromure de phosphore.

» Un mélange de pentabromure de phosphore et de bromure double $Ir^2P^3Br^{12}$, chauffé en tube scellé avec de l'oxychlorure de phosphore (l'oxybromure étant solide à la température ordinaire), donne une réaction analogue.

» Enfin, le chlorure double $Ir^2P^3Cl^{15}$, repris à 300° avec du tribromure de phosphore, ne donne qu'un mélange de chlorure double $Ir^2P^3Cl^{12}$, de bromure double $Ir^2P^2Br^9$ et de chlorobromure de phosphore.

» Il est néanmoins possible que ce composé existe; car, lorsqu'on chauffe un mélange de bromure double $Ir^2P^3Br^{12}$ et de pentabromure de phosphore dans du trichlorure de phosphore, on obtient un chlorobromure double dont la formule montre la possibilité d'un composé perbromé. C'est

$$Ir^2Br^4,\ 2PCl^3.$$

» L'échec que nous avons subi tient probablement à l'action réductrice du tribromure de phosphore, signalée déjà par M. Lindet à l'occasion du perbromure d'or et de phosphore ([1]), et à l'instabilité du perbromure de phosphore lui-même.

» Du reste, comme on a pu le remarquer d'après les réactions précédentes, les bromures doubles diffèrent des chlorures en ce que le composé le plus stable est $Ir^2P^2Br^9$, tandis qu'il est pour ceux-ci $Ir^2P^3Cl^{12}$. Il n'est pas étonnant, après cela, que le composé le plus bromé soit assez peu fixe pour qu'il ne puisse être isolé.

» Nous avons analysé l'acide $Ir^2Br^3,\ 3(PO^3,\ 3HO)$, ainsi que ses sels de potassium et de plomb. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 165.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques chromoiodates*. Note de M. **A. Berg**, présentée par M. Friedel.

« Dans un travail de C.-W. Blomstrand ([1]), l'auteur décrit un iodochromate de potassium qu'il obtient par l'action de l'acide iodique sur le bichromate de potasse. Je rappellerai que j'ai décrit en 1887 ([2]) l'acide chromoiodique, ainsi que les chromoiodates de potassium, sodium, ammonium et lithium, parmi lesquels le sel de potassium est identique avec l'iodochromate de Blomstrand.

» La publication de ce travail me décide à décrire quelques autres chromoiodates que je ne comptais publier que plus tard, lorsque leur étude aurait été achevée. Je me bornerai à la description sommaire des sels, renvoyant la publication des analyses à un Mémoire plus détaillé qui paraîtra prochainement dans le *Bulletin de la Société chimique*.

» *Chromoiodate de magnésium*. — Ce sel constitue des croûtes cristallines d'un rouge un peu brun que l'on obtient en traitant la magnésie ou son carbonate par un excès d'acide chromique, puis ajoutant deux molécules d'acide iodique pour une de magnésie. L'excès d'acide chromique a pour but d'empêcher le dépôt d'iodate de magnésium.

» *Chromoiodate de cobalt*. — On l'obtient comme celui de magnésium, dont il a l'aspect. Abandonné longtemps sur l'acide sulfurique, il perd de l'eau et se transforme en une poudre cristalline brun violacé.

» *Chromoiodate de nickel*. — Il s'obtient comme les précédents. Cristaux assez bien développés, jaune brun, qui paraissent contenir $3H^2O$.

» *Chromoiodate d'argent*. — Ce sel ne peut pas se préparer par le procédé précédent. On n'obtient ainsi que de l'iodate d'argent. Mais il se produit si l'on opère au sein de l'acide azotique.

» On dissout une molécule de nitrate d'argent dans l'acide azotique et l'on ajoute une molécule d'anhydride chromique. Il se fait un dépôt d'une poudre cristalline brun violet de chromate d'argent. On introduit alors une molécule d'acide iodique en poudre et l'on chauffe vers l'ébullition pendant une heure et demie ou deux heures. Le dépôt brun fait peu à peu place à un dépôt plus clair de chromoiodate. Ce sel, décanté, est lavé à

([1]) *Journ. für prakt. Chem.*, 2e série, t. XL, p. 305-341.
([2]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1514; 1887.

l'alcool, qui ne l'attaque pas, du moins quand le contact n'est pas prolongé, et essoré sur du papier.

» On peut le faire recristalliser en le dissolvant dans l'acide azotique bouillant et laissant refroidir.

» C'est une poudre cristalline brillante, d'un beau rouge vif. Le sel ainsi obtenu est parfaitement pur et répond à la formule

$$CrO^2 \begin{cases} O(IO^2) \\ OAg \end{cases}.$$

» L'eau froide, à son contact, se colore légèrement en jaune et ne l'attaque que lentement. L'eau bouillante le dédouble rapidement en acide chromique et iodate d'argent qui conserve une teinte chair.

» *Chromoiodate de cuivre.* — Il se prépare comme le sel d'argent et est très soluble dans l'acide azotique bouillant. Il s'en dépose par refroidissement, sous forme d'une masse boueuse de paillettes jaune brun. Par évaporation lente de l'acide azotique, on obtient des paillettes brunes plus volumineuses.

» Ce sel, chauffé doucement, perd de l'eau et prend une teinte rouge cinabre. A l'air, il absorbe de l'humidité en se décomposant. L'eau le dédouble immédiatement en acide chromique et iodate de cuivre.

» Je continue cette étude et m'occupe de l'action des acides chloriques et bromiques sur les chromates [1]. »

MINÉRALOGIE. — *Production artificielle de la boracite par voie humide.* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. Friedel.

« M. Heintz avait reproduit la boracite en 1861, par voie sèche, en fondant un mélange de borate de magnésie, d'acide borique, de chlorure de magnésium et de chlorure de sodium. Plus récemment, M. Bourgeois a repris cette expérience et a constaté qu'elle donne des résultats variables et des rendements inégaux, la boracite se détruisant par fusion, seule ou dans le chlorure de sodium.

» A l'état naturel, ce minéral se rencontre dans les gisements où le gypse et l'anhydrite accompagnent le sel gemme, surtout dans le trias. Il

---

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Marseille.

a dû évidemment prendre naissance dans les phénomènes consécutifs au desséchement de lagunes ou d'étangs marins, après l'ensevelissement de fonds de bassins contenant, comme de nos jours encore les eaux de certains lacs, du borate de soude et du chlorure de magnésium. Il paraissait donc intéressant de reproduire la boracite par voie humide, ce qui n'avait pu être réalisé jusqu'ici. Dans ce but, j'ai chauffé pendant trois jours à 275°-280°, c'est-à-dire à une température supérieure à celle où la boracite devient isotrope, au bain d'huile, des tubes scellés en verre de Bohême épais, contenant 1 partie de borate de soude pour 2 parties de chlorure de magnésium avec une petite quantité d'eau (5^{cc} environ). Cette méthode m'a donné le minéral cherché, qu'on sépare du borate de magnésie amorphe, au milieu duquel il s'est formé, par des lévigations répétées.

» La boracite ainsi obtenue se présente sous la forme d'une poudre blanche cristalline, dense, rayant le verre, et qui apparaît au microscope formée de petits cristaux brillants, à symétrie cubique, présentant les formes habituelles à cette espèce, le tétraèdre, le cubo-tétraèdre, le tétraèdre pyramidé. Ils sont biréfringents, et, en lumière polarisée, chaque face du tétraèdre apparaît divisée en trois secteurs triangulaires, dont chacun s'éteint successivement, parallèlement à celui de ses côtés qui forme l'arête de la face tétraédrique. La densité, prise dans un mélange d'iodure de méthylène et d'éther est de 2,89. Celle des cristaux naturels est d'environ 2,90. L'analyse m'a donné les résultats suivants :

	Boracite artificielle.	Composition moyenne de la boracite naturelle.
Magnésie	27,26	27,03
Chlore	7,71	7,91
Magnésium	2,60	2,73
Acide borique (calculé)	63,86	63,33
	101,43	101,00

» Les légères différences entre les cristaux artificiels et l'espèce naturelle proviennent de la difficulté qu'on éprouve à les débarrasser complètement des dernières traces du borate magnésien qui les empâtait.

» Dans ces expériences, les résultats ont été constants, et le rendement en boracite a été environ de 7 pour 100 du mélange de borate de soude et de chlorure de magnésium employé (¹). »

(¹) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Friedel, et sous ses yeux.

CHIMIE. — *Sur les nitroprussiates*. Note de M. **Prud'homme**, présentée par M. Schützenberger.

« 1° Les nitrites alcalins, en solution aqueuse, transforment partiellement, à l'ébullition, le ferricyanure de potassium en nitroprussiate.

» La réaction se passe d'après l'équation

$$K^6Fe^2Cy^{12} + AzO^2K = K^4FeCy^6 + K^2FeCy^5(AzO) + CyK + O.$$

» Un échantillon de tissu teint en bleu d'indigo, plongé dans la solution bouillante, est rapidement décoloré par l'oxygène qui se dégage à l'état naissant.

» 2° En faisant réagir le ferricyanure de potassium, dans des conditions particulières, sur le sel sulfazoté provenant de l'action du bisulfite de soude sur le nitrite de sodium, on obtient une solution très concentrée de nitroprussiate.

» L'opération se décompose en deux phases. On dissout, par exemple, $34^{gr},5$ ($\frac{1}{2}$ molécule) de nitrite de sodium dans 150^{gr} d'eau à 70° C., et l'on y ajoute 108^{gr} ($\frac{1}{4}$ molécule) de bisulfite de soude à 37° B. D'autre part, on a préparé une solution de 82^{gr} ($\frac{1}{8}$ molécule) de prussiate rouge dans 250^{gr} d'eau à 70° C.

» On mélange les deux dissolutions. Il se produit un dégagement de vapeurs nitreuses et autres gaz. Le liquide est porté et maintenu à l'ébullition, jusqu'à ce que tout dégagement de gaz ait cessé. On le laisse refroidir. A ce moment, il renferme déjà une certaine proportion de nitroprussiate.

» On y ajoute alors, par petites quantités, en plongeant la fiole où se fait l'opération dans un courant d'eau froide, 108^{gr} ($\frac{1}{4}$ molécule) de bisulfite de soude à 37° B.

» La liqueur devient d'un rouge très foncé et renferme de grandes quantités de nitroprussiate. Au bout de peu de temps, on voit se former un magma de cristaux soyeux qui, jetés sur un filtre et lavés à l'eau froide, où ils sont peu solubles, constituent une masse blanche à réaction neutre.

» Ce corps est décomposé par l'eau bouillante, en bleu de Prusse et acide sulfurique. Souvent, la décomposition des cristaux humides se fait spontanément sur le filtre. Selon toutes probabilités, cette combinaison est identique à celle qu'on obtient en dissolvant le bleu de Prusse dans l'acide sulfurique concentré.

» Les quantités de ce corps et de nitroprussiate varient, le nitrite restant constant, avec les proportions de bisulfite et de prussiate. Les suivantes

donnent une liqueur plus riche en nitroprussiate, avec un léger dépôt d'un sel en croûtes :

» Première opération :	34gr,5	nitrite de soude, dans 150gr d'eau à 70°.
	216	bisulfite de soude à 37° B.
» Seconde opération :	82	prussiate rouge, dans 250gr d'eau à 70°.
	54	bisulfite de soude à 37° B.

» Enfin, les résultats sont différents quand, dans la première opération, les dissolutions sont à une basse température, 10° environ, et que la quantité de bisulfite est suffisante. Il ne se dégage pas de vapeurs nitreuses.

» 3° Un mélange de nitrite de soude, d'hyposulfite de soude et de prussiate rouge en solution aqueuse, maintenu à l'ébullition, se charge progressivement de nitroprussiate, en quantité plus grande que s'il n'y avait pas d'hyposulfite. Il se dépose, en même temps, un précipité brun qui, bien lavé, se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré. L'addition d'eau précipite du bleu de Prusse, et la liqueur renferme du perchlorure de fer.

» On emploiera avantageusement les quantités suivantes :

Nitrite de soude.......	34gr,5 ($\frac{1}{2}$ molécule)	dans 150gr d'eau
Hyposulfite de soude...	15,5 ($\frac{1}{16}$ molécule)	dans 150gr d'eau
Prussiate rouge.......	41 ($\frac{1}{16}$ molécule)	dans 250gr d'eau

» Le liquide, bien refroidi et additionné d'une quantité convenable de bisulfite de soude à 37° B., 108gr, se comporte comme celui de l'expérience précédente, c'est-à-dire qu'il devient d'un rouge très foncé et s'enrichit notablement en nitroprussiate.

» On sait que les nitroprussiates alcalins donnent, avec les sulfures alcalins, une fort belle coloration pourpre.

» J'ai constaté que la dissolution jaune de polysulfures, obtenue en dissolvant à froid de la fleur de soufre dans la soude caustique à 36° B., agit d'une manière spéciale. Il se produit une solution dichroïque, pourpre par transparence et d'un bleu magnifique par réflexion.

» On peut à volonté obtenir l'une ou l'autre réaction en partant du polysulfure. Additionné d'un excès de soude caustique, ce dernier se décolore sous l'influence du bisulfite de soude et se transforme, sans dépôt de soufre, en monosulfure et en hyposulfite de sodium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cause de l'altération qu'éprouvent certains composés de la série aromatique sous l'influence de l'air et de la lumière.* Note de M. **André Bidet**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai montré antérieurement que la nitrobenzine, l'aniline, le phénol, préparés avec un carbure ayant subi un lavage prolongé à l'acide sulfurique ne se coloraient plus sous l'influence de l'air et de la lumière ([1]).

» Poursuivant mes recherches dans cet ordre d'idées, j'ai soumis à des purifications convenables et variant d'une substance à l'autre un certain nombre de composés aromatiques qui, depuis longtemps, sont envisagés comme se colorant sous l'action simultanée de l'air et de la lumière.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie divers échantillons de ces produits, qui ont été exposés depuis plusieurs mois à l'action de l'air et du Soleil, et qui sont restés incolores, tandis que les soi-disant produits purs se coloraient dans les mêmes conditions. Ces échantillons comprennent divers sels d'aniline (chlorhydrate, sulfate, azotate), toluidine, résorcine, chlorure de benzyle, aldéhyde benzoïque, acides nitrocinnamiques, naphtol, naphtylamine, quinoléine et ses sels.

» Les produits aromatiques extraits des plantes possèdent également, à moins d'avoir subi des purifications spéciales, le pouvoir de se colorer et de s'altérer.

» Ces faits établissent que la faculté de se colorer sous l'action simultanée de l'air et de la lumière n'est pas une propriété inhérente au composé organique; l'intervention de certaines matières étrangères, même en proportions infinitésimales, est nécessaire et suffit à la production du phénomène.

» Les échantillons présentés forment trois séries : la première se compose des produits les plus purs du commerce, conservés dans l'obscurité et demeurés incolores; dans la deuxième, ces mêmes produits, exposés à la lumière, ont tous pris une coloration caractéristique; enfin, la troisième série est formée des échantillons purifiés, exposés à la lumière et restés incolores ([2]). »

([1]) *Comptes rendus*, 11 mars 1889.

([2]) Travail fait à l'École de Physique et de Chimie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le phényl-dithiényle.* Note de M. **Adolphe Renard.**

« Ce corps prend naissance, en même temps que le phényl-thiophène, par l'action, au rouge sombre, du soufre sur le toluène. Pour l'isoler, on reprend par la benzine bouillante le produit peu soluble dans l'alcool, obtenu dans la préparation du phényl-thiophène (¹). Par le refroidissement, le phényl-dithiényle se dépose; on le purifie par deux ou trois cristallisations dans la benzine bouillante.

» Le phényl-dithiényle se présente sous forme de lames incolores, fusibles à 209°, sublimables. Il est très peu soluble dans l'alcool, l'éther, l'essence de pétrole, un peu soluble dans le chloroforme et l'acide acétique, très soluble dans la benzine et le toluène bouillants. Il donne, avec l'isatine et l'acide sulfurique, une coloration bleue; avec le phénanthrène-quinone, une coloration verte.

» Les résultats de son analyse concordent avec la formule

$$C^6H^5\text{-}(C^4H^2S\text{-}C^4H^3S).$$

» Le permanganate de potassium en solution alcaline ou neutre est sans action sur lui, même à l'ébullition. Oxydé par l'acide chromique en solution acétique, il est complètement détruit, avec dégagement d'acide carbonique; si l'on remplace l'acide acétique cristallisable par un mélange, à volumes égaux, d'acide acétique et d'eau, il donne une petite quantité d'acide benzoïque. Avec le brome, l'acide nitrique, l'acide sulfurique, il forme des produits de substitution.

» Le *phényl-dithiényle tribromé* $C^{14}H^7Br^3S^2$ s'obtient en traitant du phényl-dithiényle par un excès de brome. On abandonne le tout au contact de l'air; il se dégage de l'acide bromhydrique et, quand tout l'excès de brome est volatilisé, on fait bouillir quelques instants le résidu avec de la potasse alcoolique; on le lave à l'eau, on le sèche, puis on le dissout dans du sulfure de carbone. La liqueur filtrée, soumise à l'évaporation dans un courant d'air sec, abandonne le phényl-dithiényle tribromé, sous forme de petits cristaux blancs fusibles à 320°, très peu solubles dans l'alcool, la

(¹) *Comptes rendus,* 4 novembre 1889, p. 699.

benzine, le chloroforme, un peu solubles dans le sulfure de carbone. Avec l'isatine et l'acide sulfurique, il ne donne pas de coloration.

» Le *dinitro-phényl-dithiényle* $C^{14}H^8(AzO^2)^2S^2$ s'obtient par l'action de l'acide nitrique ordinaire ou fumant sur le phényl-dithiényle; on fait bouillir et l'on précipite la liqueur par de l'eau. Le dinitro-phényl-dithiényle est purifié par des lavages au carbonate d'ammoniaque, à l'eau et à l'alcool. Il se présente sous forme d'une poudre jaune fusible à 273°, insoluble dans l'éther, l'essence de pétrole, très peu soluble dans l'alcool, l'acide acétique et le chloroforme, un peu soluble dans la benzine. Il ne donne pas de coloration avec l'isatine et l'acide sulfurique. Traité, en présence d'alcool, par une goutte de soude, il donne, comme les dinitro-thiophènes, une coloration rouge qui disparaît par l'action des acides.

» L'acide *phényl-dithiényle-disulfonique* $C^{14}H^8(SO^3H)^2S^2$ s'obtient en traitant du phényl-dithiényle, soit, à froid, par de l'acide sulfurique fumant, soit, vers 150°, par de l'acide sulfurique ordinaire. Son sel de baryum $C^{14}H^8(SO^3)^2BaS^2$ est en cristaux incolores, très solubles dans l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation du glucose en sorbite.* Note de M. **J. Meunier**, présentée par M. Troost.

« Un certain nombre de chimistes ont cherché à déterminer les produits qui se forment dans l'hydrogénation du glucose au moyen de l'amalgame de sodium.

» Linnemann a fait réagir cet amalgame sur le sucre interverti et a obtenu de la mannite. M. Bouchardat, en opérant sur une solution de glucose, a rencontré dans les produits formés, outre de la mannite, les alcools éthylique, isopropylique, hexylique et de l'acide lactique. Scheibler et peu après Dafert, ayant reconnu la difficulté que l'on éprouve à transformer le glucose en mannite, admettent que cette dernière ne se produit qu'au moyen d'un composé intermédiaire, qui serait une mannitane, d'après Dafert. Fischer et Hirschberger ont constaté cette même difficulté, en faisant réagir comparativement l'amalgame de sodium sur le glucose et sur le mannose dérivé de la mannite. Le mannose seul se transforme facilement en mannite.

» Ces derniers travaux, auxquels il convient d'ajouter ceux de Herzfeld, effectués avec du lévulose pur, et ceux de Hœdicke et Tollens, qui ont porté sur un mélange de lévulose et de galactose produits par l'interver-

sion du raffinose, semblent indiquer que la mannite seule se formerait par la fixation de l'hydrogène sur le lévulose.

» Il y avait donc lieu de reprendre l'étude de l'hydrogénation du glucose. C'est ce que j'ai entrepris, avec l'intention de mettre à profit les propriétés des combinaisons de la mannite et de la sorbite, soit avec la paraldéhyde, soit avec l'aldéhyde benzoïque, combinaisons que j'ai fait connaître il y a peu de temps ([1]), et qui permettent d'isoler et de caractériser la mannite ou la sorbite, alors même qu'elles se trouvent mélangées en faible proportion à des substances étrangères.

» J'ai employé dans mes expériences du glucose ordinaire, puis un produit blanc, pulvérulent, livré par le commerce sous la désignation de *glucose pur*.

» Dans mes premiers essais, je dissolvais le glucose dans quatre ou cinq fois son volume d'eau, et j'augmentais chaque jour la dilution de la liqueur, en neutralisant la soude formée par l'acide sulfurique au dixième. Je n'ai obtenu de la sorte que des résultats à peu près nuls. Toutefois, dans une expérience où je m'étais servi de l'amalgame à 10 pour 100 de sodium, et où j'avais négligé de neutraliser la soude, je réussis à séparer une petite quantité d'une combinaison avec de l'aldéhyde benzoïque que je pus caractériser comme acétal de la sorbite. Cette manière d'opérer ne donne pas de bons résultats; il en est tout autrement quand on opère comme je vais l'indiquer.

» On dissout le glucose dans deux fois son poids d'eau et on le met en contact avec de l'amalgame à 2,5 pour 100. Pour éviter un échauffement considérable de la masse, il est bon que l'amalgame ne soit pas trop divisé. L'hydrogène se dégage d'abord sans fixation apparente; mais, quand la liqueur est devenue suffisamment alcaline, l'absorption est évidente, la solution jaunit de plus en plus et forme bientôt un sirop. L'amalgame, qui doit être employé en excès, peut être ajouté en une ou plusieurs fois, cela est indifférent, pourvu que l'échauffement, qui se produit seulement au commencement de l'opération, soit évité. A la fin, il est utile d'agiter le mélange pour favoriser l'action qui ne se produit que faiblement.

» La liqueur sirupeuse, séparée du mercure, acidulée par l'acide sulfurique étendu et amenée à neutralité parfaite par un peu de carbonate de baryum, est filtrée et concentrée. On détermine la séparation du sulfate de sodium par l'alcool et l'on concentre de nouveau le liquide au bain-marie, jusqu'à ce qu'il commence à mousser. Après refroidissement, on ajoute un quart de son volume d'acide chlorhydrique et l'on agite avec de l'aldéhyde benzoïque. Quand l'opération a été bien menée, l'aldéhyde se dis-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1425; t. CVII, p. 910; t. CVIII, p. 148 et 408.

sout, puis il se sépare bientôt des flocons d'acétal benzoïque, et la liqueur ne tarde pas à se prendre en masse. On attend du jour au lendemain, pour être certain que la réaction est achevée, et on lave le produit à l'eau jusqu'à disparition de l'acidité.

» Dans une précédente Communication ([1]), j'ai montré que l'acétal dibenzoïque de la sorbite se présente sous deux formes différentes. L'une de ces variétés est soluble dans l'eau bouillante et se dépose en gelée transparente pendant le refroidissement; desséchée, elle fond à des températures variables voisines de 200°; elle se décompose rapidement par ébullition avec l'eau acidulée, même très faiblement. L'autre variété est insoluble dans l'eau bouillante, plus difficilement décomposable, et fond d'une manière bien constante à 163°-164°.

» Le produit dont je viens d'indiquer la préparation est formé de l'une et de l'autre de ces variétés. Toutefois, la variété gélatineuse soluble se produit à peu près exclusivement quand on n'a pas employé trop d'aldéhyde benzoïque et d'acide chlorhydrique; dans le cas contraire, c'est la variété insoluble que l'on obtient principalement. Les rendements de l'opération sont du reste satisfaisants. Dans une opération où je suis parti de 25^{gr} de glucose, j'ai obtenu 21^{gr} d'acétal lavé et desséché. Cela correspond à un rendement de 35 à 40 pour 100 en sorbite. Il est sans doute possible d'atteindre des rendements supérieurs. Dans cette même opération, le contact avec l'amalgame n'a duré que vingt-quatre heures, et je pense qu'on peut arriver à un aussi bon résultat, plus rapidement, en favorisant le contact par l'agitation.

» Je signalerai, en terminant cette Note, que j'ai obtenu une combinaison de l'aldéhyde benzoïque et de l'alcool isopropylique, sur laquelle je compte revenir plus tard. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur l'hydrogénation de la sorbine et sur l'oxydation de la sorbite.* Note de MM. **Camille Vincent** et **Delachanal**, présentée par M. Friedel.

« 1° *Hydrogénation de la sorbine.* — La sorbite, qu'on rencontre dans les fruits des Rosacées, ne différant de la sorbine que par deux atomes d'hydrogène, nous avons pensé qu'on pourrait peut-être obtenir la sorbite

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 577.

en hydrogénant la sorbine, selon l'équation

$$C^6H^{12}O^6 + H^2 = C^6H^{14}O^6.$$

» C'est ce que l'expérience est venue pleinement confirmer.

» Nous avons traité une dissolution de sorbine, parfaitement exempte de sorbite, par l'amalgame de sodium à 2 pour 100 de métal alcalin.

» Nous avons ajouté peu à peu l'amalgame à la dissolution de sorbine à 33 pour 100 et bien refroidie. La réaction est très énergique et dégage une quantité de chaleur considérable, ce qui conduit à n'ajouter l'amalgame que par petites quantités à la fois, afin d'éviter une élévation notable de température, car la soude qui prend naissance attaquerait alors la sorbine, en donnant une coloration jaune intense.

» Pour 10 parties de sorbine mises en expérience, il convient d'ajouter 180 d'amalgame à 2 pour 100.

» Lorsque la réaction est terminée, le liquide doit être saturé exactement par l'acide sulfurique faible, évaporé au bain-marie, et repris par l'alcool afin de permettre la séparation du sulfate de sodium.

» Le liquide alcoolique évaporé laisse un sirop qui, agité avec un excès d'aldéhyde benzoïque (80 pour 100 de son poids) et son poids d'acide sulfurique à 50 pour 100, se prend en masse par la formation d'un acétal benzoïque.

» Après quelques heures de repos, la matière délayée est purifiée par des lavages, à l'eau d'abord pour éliminer l'acide et les matières solubles, puis à l'éther pour enlever l'acide benzoïque formé par l'oxydation de l'aldéhyde, et l'excès de cette dernière. Enfin, le produit est séché. Il fond à 162° comme l'acétal dibenzoïque obtenu avec la sorbite extraite des Rosacées.

» Traitée à l'ébullition par de l'eau chargée de quelques centièmes d'acide sulfurique et additionnée d'aldéhyde benzoïque, cette matière se dédouble en aldéhyde benzoïque et en un corps soluble non réducteur de la liqueur de Fehling, que nous avons identifié avec la sorbite.

» La sorbine se transforme donc facilement en sorbite par hydrogénation en milieu alcalin. Cela établit une relation importante entre ces deux produits.

» 2° *Oxydation de la sorbite.* — Le résultat précédent nous a conduits à étudier l'oxydation de la sorbite, espérant obtenir la sorbine, mais l'expérience n'a pas confirmé nos prévisions ; nous avons obtenu du glucose.

» Nous avons oxydé la sorbite par le brome et l'eau, en opérant à 60° en vase scellé.

» Après réaction, le liquide a été traité par le plomb métallique pour éliminer l'excès de brome, et par la litharge pour saturer l'acide bromhydrique formé; après séparation du précipité plombique, on a traité la liqueur par le sulfate d'argent, afin d'éliminer la faible proportion du bromure de plomb restée en dissolution.

» L'excès de sulfate d'argent a été précipité par l'hydrogène sulfuré, et enfin l'acide sulfurique a été éliminé par la baryte.

» La liqueur, après concentration dans le vide, a été traitée à chaud par l'acétate de phénylhydrazine, en présence d'un grand excès d'acétate de soude.

» Elle a laissé déposer, par refroidissement, une belle cristallisation d'osazone en longues aiguilles, qui ont été lavées à l'eau d'abord, puis à l'éther dans lequel elles sont insolubles, enfin séchées.

» Cette osazone fond à 205°, c'est de la phénylglucosazone.

» Soumise à l'analyse, elle a donné les résultats suivants :

	Calculé pour $C^{18}H^{22}Az^{4}O^{4}$.	Trouvé.
C.	60,33	60,52
H.	6,14	6,30

» Les propriétés de la phénylglucosazone se confondant avec celles de la lévulosazone, nous ne pouvons préciser si nous avons obtenu du dextrose ou du lévulose; la faible proportion de matière dont nous disposions ne nous a pas permis de trancher encore cette question. Cependant, nous avons tout lieu de penser que nous avons obtenu le dextrose.

» Nous poursuivons nos recherches sur cette question et sur l'oxydation de la sorbite. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen de l'éther cyanacétique. — Éthers dicyanacétiques*. Note de M. **A. Haller**, présentée par M. Friedel.

« Dans une série de Communications antérieures, il a été démontré que les éthers cyanacétiques, soumis à l'action de l'alcoolate de sodium, fournissent des dérivés sodés qui se prêtent facilement aux doubles décompositions.

» Quand on traite ces composés sodés, en dissolution ou en suspension dans les alcools absolus, par un courant de chlorure de cyanogène, on obtient des éthers dicyanacétiques,

$$CHNa\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2R\end{matrix} + CAzCl = NaCl + CH\begin{matrix}\diagup CAz \\ - CO^2R \\ \diagdown CAz\end{matrix}.$$

» Ces éthers dicyanés n'existent toutefois pas à l'état libre dans les dis-

solutions; au fur et à mesure de leur formation, ils réagissent sur l'éther sodé restant pour donner des dérivés sodés

$$CH\begin{matrix}\diagup CAz \\ -CO^2R \\ \diagdown CAz\end{matrix} + CHNa\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2R\end{matrix} = CNa\begin{matrix}\diagup CAz \\ -CO^2R \\ \diagdown CAz\end{matrix} + CH^2\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2R\end{matrix}.$$

» Il en résulte que la moitié seulement de l'éther monocyanacétique mis en œuvre prend part à la réaction.

» *Dicyanacétate d'éthyle* $CH\begin{matrix}\diagup CAz \\ -CO^2C^2H^5 \\ \diagdown CAz\end{matrix}$. — Ce composé se prépare en ajoutant à 22gr d'éther cyanacétique une dissolution de 4,6 de sodium dans 100gr d'alcool absolu, et saturant le mélange de chlorure de cyanogène. Quand le produit est neutre au tournesol, on évapore au bain-marie pour chasser l'alcool. Le résidu est repris par l'eau et agité avec de l'éther qui enlève le cyanacétate d'éthyle non entré en réaction. On décante et la solution aqueuse est réduite au bain-marie. Par refroidissement, le liquide se prend en une masse composée d'aiguilles radiées. On essore, pour éliminer les eaux mères qui sont colorées, et l'on redissout dans l'eau. La solution traitée par de l'acide sulfurique ne donne lieu à aucune réaction; mais, si l'on y ajoute de l'éther, le liquide se sépare en trois couches bien distinctes.

» La couche supérieure est de l'éther contenant en dissolution une faible quantité du dérivé dicyanacétique; la couche intermédiaire est constituée par de l'éther dicyanacétique combiné avec un peu d'éther; elle est généralement légèrement colorée en jaune rougeâtre; la troisième couche est composée d'eau tenant en dissolution le sulfate de soude, l'excédent d'acide sulfurique et du sodium-dicyanacétate d'éthyle non décomposé par ce dernier acide. La présence du composé dicyané est mise en évidence par l'addition d'un sel de cuivre qui, au bout de quelque temps, donne lieu à la formation de grains cristallins jaune brun constitués par le composé cuprique décrit plus loin.

» Quelles que soient les quantités d'acide sulfurique mis en présence, et quel que soit aussi le nombre de lavages à l'éther, on n'arrive pas à éliminer la totalité du composé dicyanacétique.

» L'éther dicyanacétique mélangé d'éther ordinaire est soluble dans l'eau et dans l'alcool, mais il est insoluble dans l'éther. Desséché sur du sulfate de sodium anhydre, puis abandonné sous une cloche à dessiccation, il perd peu à peu son éther de combinaison, jaunit et se transforme en partie en une masse gélatineuse, opaque et insoluble dans l'eau et dans l'éther. L'alcool la dissout à chaud.

» La solution aqueuse de l'éther dicyanacétique donne avec les sels d'argent un précipité blanc soluble dans l'eau bouillante; elle possède une réaction fortement acide et se décompose à chaud, en dégageant de l'acide carbonique et de l'acide cyanhydrique.

» Cet éther ne distille pas sans décomposition. Même dans le vide, il se décompose quand on le chauffe, en fournissant un liquide rouge au sein duquel se déposent de petits grains d'un jaune foncé.

» L'éther dicyanacétique est un acide très énergique qui forme avec les bases des sels bien définis.

» Le *composé sodique* $CNa\begin{array}{l}\diagup CAz\\ -CO^2C^2H^5\\ \diagdown CAz\end{array}$ cristallise dans l'eau en fines aiguilles et dans l'alcool en gros cristaux très solubles dans l'eau et dans l'alcool. Les solutions ne précipitent pas les persels de fer, mais les colorent légèrement en rouge. L'éther n'enlève pas cette combinaison rouge à la solution aqueuse.

» Le *composé argentique* $CAg\begin{array}{l}\diagup CAz\\ -CO^2C^2H^5\\ \diagdown CAz\end{array}$ a été obtenu par double décomposition. Il est blanc, insoluble dans l'eau et l'alcool froids, mais soluble dans l'eau et l'alcool bouillants. Par refroidissement, il se dépose sous la forme de prismes microscopiques.

» Le *composé cuprique* $C^2Cu\begin{array}{l}\diagup C^2Az^2\\ -(CO^2C^2H^5)^2\\ \diagdown C^2Az^2\end{array} + 3H^2O$ s'obtient quand on ajoute une solution de sulfate de cuivre au sel sodique. La précipitation n'a pas lieu instantanément. Ce sel se présente sous la forme d'un précipité jaune rougeâtre, insoluble dans l'eau froide.

» *Dicyanacétate de méthyle* $CH\begin{array}{l}\diagup CAz\\ -CO^2CH^3\\ \diagdown CAz\end{array}$. — Cet éther prend naissance dans les mêmes conditions que son homologue supérieur.

» La formation du dicyanacétate de méthyle est toujours accompagnée de celle d'un autre composé insoluble dans l'eau et dans l'alcool froids, ainsi que dans l'éther. Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool bouillants et se dépose, au sein de ces derniers dissolvants, en paillettes blanches affectant la forme de losanges. Ce corps, sur lequel nous nous proposons de revenir, fournit à l'analyse des nombres qui conduisent à la formule $C^6H^8Az^2O^3$.

» *Sodium-dicyanacétate de méthyle* $CNa\begin{array}{l}\diagup CAz\\ -CO^2CH^3\\ \diagdown CAz\end{array}$. — Ce sel cristallise dans l'eau et dans l'alcool en fines aiguilles ou en prismes transparents, qui deviennent opaques dans une atmosphère sèche. Ses solutions donnent, avec les liqueurs cupriques, un précipité cristallin de couleur jaune brun.

» Le *sel d'argent* $CAg\begin{array}{l}\diagup CAz\\ -CO^2CH^3\\ \diagdown CAz\end{array}$ a été préparé par double décomposition. Il se présente sous la forme d'un précipité blanc, soluble dans l'eau bouillante, d'où il cristallise en prismes microscopiques.

» L'acidité très prononcée des éthers dicyanacétiques corrobore, une fois de plus, la loi que, dès 1882 (¹), nous avons énoncée à propos de la

---

(¹) *Sur une nouvelle classe de composés cyanés à réaction acide. Éther cyanomalonique* (*Comptes rendus,* t. XCV, p. 142).

préparation de l'éther cyanomalonique, loi d'après laquelle l'introduction du radical cyanogène dans un groupe CH^2, compris entre deux autres radicaux négatifs, imprime à la nouvelle molécule une fonction nettement acide.

» Les éthers dicyanacétiques peuvent être considérés comme des éthers cyanomaloniques dans lesquels un groupement CO^2R se trouve remplacé par CAz. Or nous avons démontré, avec M. Guntz ([1]), que la chaleur de neutralisation par la soude de l'éther cyanomalonique $CH\begin{cases}CAz\\(CO^2C^2H^5)^2\end{cases}$ se rapprochait de celle de l'acide sulfurique; le cyanogène étant plus négatif que le groupement $CO^2C^2H^5$, il en résulte que l'éther dicyanacétique sera un acide plus fort que l'éther cyanomalonique. Nous nous assurerons de ce fait en déterminant la chaleur de neutralisation de ce dérivé dicyané. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de certains éthers au moyen de la fermentation.* Note de M. **Georges Jacquemin**, présentée par M. Chatin. (Extrait.)

« ... Ayant reconnu, dans une fermentation lactique (système ancien) amorcée par le fromage, la présence de levure lactique, forme décrite par M. Pasteur, de cellules de *Saccharomyces* et du vibrion butyrique décrit aussi par M. Pasteur, j'ai prélevé quelques centimètres cubes du liquide en fermentation, pour ensemencer deux quantités égales de moût d'orge stérilisé, en présence de carbonate de chaux. La première partie est restée au contact de l'air, avec les précautions ordinaires pour éviter les poussières : la fermentation est demeurée lactique....

» Le second moût, dont la fermentation s'est effectuée dans un ballon terminé par un tube à dégagement, permettant au gaz de sortir, mais ne laissant pas l'entrée libre de l'air, n'a été examiné que quelques jours après. Il possédait une odeur éthérée. Soumis à la distillation, il a fourni une assez forte proportion d'éther butyrique et d'alcool éthylique mélangés d'alcools supérieurs, et un résidu qui, par évaporation, ne contenait que du butyrate de chaux avec des traces de lactate.

» On sait que ce ferment lactique est aérobie, tandis que le vibrion butyrique est anaérobie. Dans les conditions ci-dessus, le ferment lactique a

([1]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1473.

dû céder le champ au ferment butyrique; comme par l'influence des *Saccharomyces* il se produisait de l'alcool, ces deux corps à l'état naissant, acide butyrique et alcool, ont échangé leurs éléments pour engendrer du butyrate d'éthyle.

» Dans une autre expérience, j'ai ensemencé du moût d'orge stérilisé, après addition de carbonate de chaux, par le ferment lactique pur décrit par M. Pasteur, dans un appareil spécial permettant l'entrée et le renouvellement continuel de l'air pur, appareil dont je donnerai la description dans un prochain Mémoire. La fermentation s'accomplissait lentement à des températures variant entre 15° et 20°. Huit jours après, j'introduisis dans l'appareil du *Saccharomyces ellipsoideus* de culture pure, et de cette fermentation mixte lactico-alcoolique il s'est produit de l'éther lactique.... »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur une action physiologique des sels de thallium.* Note de M. **J. Blake**, présentée par M. Bouchard.

« Dans un Mémoire que j'ai présenté à l'Académie en 1887 (*Comptes rendus*, t. CV, p. 1250), j'ai démontré que, en injectant les sels des éléments électropositifs dans les veines ou dans les artères, on trouve qu'à mesure que l'atomicité ou la valence des éléments augmente, le nombre des centres nerveux sur lesquels ils réagissent devient plus grand.

» Dans une Communication récente faite à l'Académie par M. Rydberg, il est démontré que les molécules des éléments électropositifs sont le siège d'un ou plusieurs systèmes de vibrations harmoniques qui, dans les éléments monovalents, se borne à un seul système, mais, dans les éléments avec des valences plus fortes, peut s'étendre à deux ou même à plusieurs systèmes de vibrations harmoniques dans la même molécule. C'est un fait très important pour les réactions biologiques. J'ai déjà publié des expériences qui démontrent la grande différence que présente l'action biologique des sels du même élément quand la valence de la molécule est augmentée; mais comme les observations de M. Rydberg nous permettent d'envisager la question à un nouveau point de vue, je vais raconter les phénomènes les plus importants qu'on observe quand on injecte dans le sang des sels thalleux et des sels thalliques.

» Ici on a deux classes de sels d'un même élément. Dans une de ces classes, les sels thalleux, la molécule se trouve avec un seul système de vibrations moléculaires, pendant que dans les sels thalliques la molécule

est le siège de plusieurs systèmes de vibrations harmoniques. Je ne reproduis que les faits les plus importants que nous présentent ces expériences; les détails ont été publiés ailleurs. On injecte dans les veines jugulaires d'un lapin 0,090 de sulfate thalleux : arrêt du passage du sang à travers les poumons par l'action du sel sur les ganglions pulmonaires. Après quelques secondes, le cœur droit peut vaincre l'obstruction, et le sel circule par tout le corps sans donner lieu à aucun symptôme. L'animal paraît être dans un état normal. Une seconde injection de la même quantité du sel arrête la circulation pulmonaire et l'animal meurt. On trouve le cœur droit gorgé de sang noir et quelques gouttes de sang artériel dans les cavités gauches. Par injection veineuse, le sel ne se trouve en contact avec les centres nerveux les plus importants que dans un état de grande dilution. Pour envisager son action sur ces centres, il faut l'injecter dans l'aorte. On injecte par l'artère carotide droite d'un lapin, la pointe de la seringue dirigée vers le cœur. On injecte 0,040 de sulfate thalleux, puis, à différentes reprises, 0,080, 0,200, 0,280, 0,350, sans qu'il se montre aucune réaction sur les centres nerveux. On injecte 0,770, et c'est seulement alors que le sel se trouve en contact avec les ganglions pulmonaires, dans un état assez concentré pour arrêter le passage du sang à travers les poumons; mais il a fallu dix fois autant de sel par injection artérielle pour causer la mort que par injection veineuse. Il semblerait que le réactif avec un seul système de vibrations moléculaires ne rencontre, dans les centres nerveux les plus importants, aucun système de vibrations que ses propres vibrations peuvent renforcer ou amortir. C'est seulement dans les ganglions pulmonaires qu'il se trouve des vibrations avec lesquelles celles des sels thalleux sont en rapport, et c'est la même chose avec tous les éléments monovalents.

» Avec les sels thalliques, les phénomènes sont bien différents; ici, on se sert d'un sel dont le poids et le volume moléculaires sont beaucoup plus élevés, et où la molécule est le siège de plusieurs systèmes de vibrations. On injecte 0,007 de nitrate thallique dans la veine jugulaire d'un lapin. Après trente secondes, manque de puissance dans les membres; la respiration se ralentit, dilatation des pupilles; l'animal est hébété. Après une autre injection de 0,007, l'animal tombe sur le côté, se débat; réflexes exaltés. Quatre minutes après l'injection, la respiration s'arrête. On trouve les cavités droites du cœur gorgées de sang, cavités gauches vides (obstruction pulmonaire); les ventricules se contractent vingt-trois minutes après que les oreillettes se sont déjà arrêtées (action sur les ganglions cardiaques).

» Dans cette expérience, on trouve la même action sur les ganglions pulmonaires qu'avec les sels thalleux; mais, quand le sel a traversé le poumon et circulé dans tout le corps, on trouve que d'autres centres nerveux sont affectés par le sel, même dans l'état de dilution où il se trouve (douze fois plus dilué que les sels thalleux); mais ces réactions sur les autres centres nerveux se montrent même mieux après injection artérielle. On injecte 0,007 de nitrate thallique dans l'aorte d'un lapin; après 30^s, augmentation de tension artérielle de 100^{mm} à 180^{mm} (centre vasomoteur); respiration ralentie; après une minute, tension artérielle 170^{mm} à 190^{mm}, avec grandes oscillations; deux minutes après l'injection, la respiration s'arrête sans convulsions (action directe sur le centre respiratoire). Après la mort, les contractions du cœur continuent, et la tension artérielle subit des variations comme pendant la vie; trois minutes après que la respiration s'est arrêtée, la tension artérielle augmente de 40^{mm} à 100^{mm}, et le même phénomène se répète trois fois avant que le cœur s'arrête (action sur le centre vasomoteur); les contractions du cœur continuent plus d'une heure après la mort; les ventricules et les oreillettes avec un rythme tout à fait différent (131 et 134) (action sur les ganglions cardiaques); les poumons se trouvaient hépatisés (ganglions pulmonaires). Le contraste entre l'action biologique des deux classes de sels du même élément ne pourrait pas être plus frappant. Avec les sels thalleux à un système de vibrations moléculaires, il n'y a qu'un seul centre nerveux sur lequel son action se montre, tandis qu'avec les sels thalliques, avec molécules à plusieurs systèmes de vibrations, il n'y a pas un seul centre nerveux qui ne se ressente de leur action, même quand ils se trouvent dans le sang en quantités deux cents fois moindres que les sels thalleux. Je ne veux pas insister sur ce qu'on peut conclure de ces faits quant aux fonctions des centres nerveux, mais je crois qu'ils démontrent que le spectroscope va jouer un rôle aussi important dans les recherches physiologiques qu'il joue actuellement dans la Chimie. »

ZOOLOGIE. — *Sur le prétendu appareil circulatoire et les organes génitaux des Néoméniées*. Note de M. **G. Pruvot**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Les auteurs décrivent, chez les Néoméniées, dans la région tout à fait inférieure du corps, un *cœur* se prolongeant, chez quelques espèces, en un vaisseau dorsal. Il est contenu dans un *péricarde* communiquant avec la

cavité générale, dont il est une dépendance, par un long sinus dorsal qui se termine au voisinage de l'extrémité céphalique. Les glandes génitales déversent leurs produits dans ce péricarde, d'où ils sont repris par deux *tubes néphridiens* ayant valeur d'*organes segmentaires*, et débouchant dans le cloaque après avoir contourné l'intestin et s'être unis en une *matrice* impaire ventrale.

» Or, chez un animal au repos (la *Dondersia flavens*, n. sp. [1], grâce à la transparence relative de ses téguments, est l'espèce qui se prête le mieux à l'observation), on peut voir les globules sanguins se déplacer dans les sinus par un simple mouvement d'oscillation dû aux contractions de la paroi du corps. Mais de circulation régulière, dans un sens toujours le même, point, et sur un individu brisé transversalement, le mouvement persiste avec le même caractère, aussi bien dans le tronçon séparé du cœur que dans l'autre. Chez les *Paramenia sierra*, n. sp. et *impexa*, n. sp., qui portent des branchies cloacales bien développées et transparentes, les globules se meuvent dans leur intérieur avec la même irrégularité, et les séries de coupes montrent qu'ils remplissent toute la cavité des branchies qui se perd insensiblement en haut dans la cavité générale, sans communication directe avec le cœur.

» Le cœur se montre très variable dans sa constitution, même dans les limites d'une même espèce. Il apparaît dans certains cas comme un simple refoulement de la paroi péricardique dorsale, dans d'autres il en est entièrement détaché dans sa région moyenne. Toujours dépourvu d'éléments musculaires, il est formé d'une masse de cellules conjectives tantôt compactes, tantôt laissant entre elles des mailles où s'accumulent les globules sanguins, tantôt limitant une cavité bien nette. Mais toujours cette cavité peut se reconnaître, au moins dans la partie supérieure de l'organe, et toujours elle est en communication, non avec un vaisseau dorsal qui n'existe pas, mais avec le sinus dorsal lui-même qui n'a rien à voir avec le péricarde. La forme même du cœur n'est pas moins variable : sensiblement cylindrique chez *Dondersia flavens* et *banyulensis*, n. sp., déjà aplati et légèrement bilobé chez *Proneomenia aglaopheniæ* (Kow. et Mar.) et *desiderata* (*id.*), il prend chez *Paramenia sierra* tout à fait la forme d'une lame aplatie dorso-ventralement, divisée par un étranglement en deux masses super-

---

(1) Les diagnoses des espèces nouvelles signalées ici paraissent dans le prochain fascicule des *Archives de Zoologie expérimentale*. Toutes ces espèces ont été trouvées dans les eaux du Laboratoire Arago, où ces études ont été faites.

posées, dont la supérieure porte deux appendices vésiculeux, mais sans communication avec aucun espace sanguin ni même avec la cavité centrale de l'organe.

» Les glandes génitales, chez tous les types étudiés, sont deux longs tubes à paroi propre continue et séparés dans la région supérieure et moyenne du corps où le sinus dorsal apparaît entre eux comme une simple portion de la cavité générale, incomplètement limitée par les fibres du parenchyme somatique.

» En bas, les tubes génitaux se rapprochent et acquièrent progressivement une enveloppe commune d'abord conjonctive, puis musculaire, qui emprisonne également le sinus dorsal. Plus bas, au point où les deux tubes se fusionnent avant de déboucher dans la poche péricardique, leur cloison de séparation ne disparaît pas en entier, mais persiste comme un bourrelet dorsal qui enferme la partie inférieure du sinus et, se continuant dans toute la hauteur du péricarde, n'est autre chose que le cœur.

» Le péricarde, de même que les glandes génitales, n'a aucune relation avec la cavité générale et, comme elles, ne renferme jamais un seul globule sanguin. Il est tapissé d'un épithélium pavimenteux continu, mais qui forme sur les faces latérales deux replis longitudinaux où les cellules deviennent plus hautes, cubiques et ciliées. Ces bandes déterminent avec les lames latérales du cœur de chaque côté un canal incomplet, une profonde gouttière qui met en communication, directement à travers le péricarde, les tubes génitaux et les tubes néphridiens.

» Un dernier fait enfin me paraît de nature à porter le dernier coup à l'interprétation cardiaque de l'organe qui nous occupe.

» Un individu de *D. banyulensis* de petite taille, paraissant au début de l'activité reproductrice, montre les cellules externes du cœur donnant naissance à des spermatozoïdes dont les queues sont déjà libres dans la cavité péricardique, tandis que les têtes allongées sont encore emprisonnées dans les cellules par faisceaux serrés d'une dizaine environ.

» En somme, d'après les faits concordants observés sur huit espèces appartenant à trois genres différents, le prétendu *cœur* ne peut être un organe d'impulsion, puisqu'il est dépourvu de cavité souvent et d'éléments contractiles toujours.

» Morphologiquement, c'est un simple raphé dorsal, continuation de la cloison de séparation des glandes génitales devenue incomplète et renfermant une portion de la cavité générale (partie inférieure du sinus dorsal).

» Physiologiquement, il contribue à former de chaque côté, avec les re-

plis ciliés latéraux du péricarde, une gouttière comme celle que montrent à la sortie de la glande génitale tous les Gastéropodes hermaphrodites, et destinée, comme chez ces derniers, à opérer la séparation des éléments mâles et femelles confondus jusque-là. Les spermatozoïdes sont conduits soit dans une portion spéciale des tubes néphridiens (cas le plus général), soit dans deux longues vésicules séminales insérées sur eux (*D. flavens*), tandis que les œufs, plus volumineux, sortent de la gouttière et s'accumulent, en attendant la ponte, dans le prétendu *péricarde* qui n'est qu'une poche accessoire de l'appareil génital. La matrice ne m'en a jamais montré un seul; elle présente un très haut épithélium glandulaire qui n'est nullement de nature rénale, mais est formé de longues cellules caliciformes émettant une quantité considérable de petits globules muqueux destinés probablement à agglutiner les œufs.

» Enfin, les *tubes néphridiens* sont de simples conduits génitaux n'ayant ni fonction rénale, puisque leur épithélium n'est pas glandulaire, ni valeur d'organes segmentaires, puisque, de même que le prétendu péricarde, ils n'ont aucune communication avec la cavité générale, et l'appareil génital dans son ensemble rappelle de très près celui des Gastéropodes hermaphrodites, avec cette différence qu'ici toutes les parties sont paires et symétriques [1]. »

ZOOLOGIE. — *Du rôle des pédicellaires gemmiformes des Oursins.* Note de M. **Henri Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Depuis que O.-F. Muller a décrit les pédicellaires des Oursins, la nature et les fonctions de ces singuliers organes ont été interprétées de façons très diverses. Dans une étude sur quelques Échinoïdes de nos côtes [2], je me suis, moi-même, posé la question du rôle des pédicellaires et, ne pouvant à ce moment appuyer une affirmation sur une observation précise, j'ai dû m'arrêter à la seule hypothèse vraisemblable, celle qui consiste à considérer les pédicellaires comme des organes de défense. J'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie une observation faite dans l'aquarium du laboratoire Arago et facile à répéter [3].

---

[1] Laboratoire Arago, Banyuls, mai-juin 1890.

[2] *Arch. de Zool. expérimentale*, 1887.

[3] Cette observation, pour être concluante, nécessitait des animaux bien vivants et acclimatés. Ces conditions, on le sait, existent dans l'aquarium de Banyuls.

» Les pédicellaires des Oursins latistellés ont été depuis longtemps divisés en trois catégories, savoir : les ophicéphales, les tridactyles et les *gemmiformes*. Il ne s'agit, dans cette Note, que des derniers, c'est-à-dire de ceux qui présentent des mâchoires munies chacune d'une poche musculeuse, glandulaire, dont la sécrétion vient sourdre à l'extrémité, qui est terminée par une sorte de crochet à venin. La tête des pédicellaires gemmiformes du *Strongylocentrotus lividus* est directement attachée à une tige calcaire articulée sur le test ; elle est mobile sur l'extrémité de cette tige, mais ne peut pas se rapprocher de sa base, de telle sorte qu'un animal de petite taille qui parviendrait à se glisser jusqu'au pied du pédicellaire serait à l'abri de ses atteintes. Le pédicellaire gemmiforme ne peut pas se baisser pour saisir son ennemi, il se trouve donc dans de mauvaises conditions pour protéger le test. D'autre part, ces pédicellaires, qui, chez le *Strg. lividus*, ont une longueur maxima de $0^m,01$, sont disséminés au milieu d'une forêt de piquants dont un très grand nombre atteignent $0^m,03$ et $0^m,04$ de longueur. Si donc un animal de grande taille s'approche de l'Oursin pour l'attaquer, il semble que cet animal sera protégé par les piquants eux-mêmes contre les morsures des pédicellaires. En un mot, la zone d'action de ces organes, qui est au-dessus du test et au-dessous de l'extrémité des piquants, nous paraît, *a priori*, mal placée, et il y a là un ensemble de raisons bien fait pour nous faire hésiter à considérer les pédicellaires gemmiformes comme des organes bien redoutables, malgré leurs glandes et leurs crochets à venin. Cette hésitation disparaît complètement, lorsqu'on voit de quelle façon l'Oursin se défend à l'aide de ses pédicellaires gemmiformes.

» Si, dans un bac renfermant une ou plusieurs *Asterias glacialis* préalablement soumises à un jeûne prolongé, nous plaçons un *Strg. lividus* [1], nous ne tarderons pas à le voir attaqué par les Astéries. Dès que l'Oursin ressent le contact des tubes ambulacraires de l'Étoile qui essaye de le saisir, on le voit rabattre vivement les piquants de la partie menacée. Ces piquants s'inclinent en rayonnant autour du centre de l'attaque, et ils s'inclinent si complètement que la plupart d'entre eux deviennent presque tangents au test. En rabattant ainsi ses piquants, l'Oursin démasque ses pédicellaires gemmiformes, que l'on aperçoit alors tendus vers le bras de l'Astérie, auquel ils présentent leurs mâchoires largement ouvertes. L'Astérie continue son attaque; mais, dès qu'un de ses ambulacres vient à

---

[1] L'expérience que je rapporte ici, je l'ai répétée avec le *Sph. granularis*, et les résultats ont été identiquement les mêmes.

toucher la tête d'un pédicellaire, il est immédiatement mordu, et il faut croire que la douleur provoquée par cette morsure est très vive, car le bras de l'Étoile se retire vivement. En se retirant, le tube ambulacraire mordu emporte *toujours* le pédicellaire fixé dans la plaie.

» Parfois, les premières morsures suffisent pour éloigner l'Astérie; mais parfois aussi, celle-ci prolonge son attaque, et c'est alors un spectacle vraiment intéressant de voir l'Oursin démasquer ses pédicellaires sur tous les points attaqués, et, que l'on me passe l'expression, suivre ainsi les mouvements de son ennemi en lui montrant les dents. Dans une première lutte, l'avantage reste toujours à l'Oursin, et l'Astérie se retire criblée de blessures; mais, comme chaque pédicellaire ne sert qu'une fois dans la défense de l'Oursin, puisqu'il laisse ses mâchoires dans la morsure, celui-ci épuise peu à peu ses moyens de défense. Si donc on enferme un Oursin dans un bac avec plusieurs Astéries, et que celles-ci n'abandonnent pas définitivement la lutte, l'Oursin succombe fatalement: mais l'issue de la lutte est pour nous d'un intérêt secondaire. La manière dont l'Oursin démasque ses armes ordinairement cachées et protégées par les piquants, me paraît, au contraire, particulièrement digne d'attention.

» Dès que l'Oursin est averti, par son système nerveux périphérique, du danger qui le menace, il imprime à ses piquants un mouvement qui n'a rien de commun avec les mouvements habituels de ces organes et dont le seul but est d'opposer à l'ennemi les mâchoires de ses pédicellaires gemmiformes. Il est intéressant de remarquer que ce mouvement des piquants est exactement l'inverse de celui qui se produit lorsqu'on blesse la surface du test, avec la pointe d'une aiguille par exemple. Dans ce cas, piquants et pédicellaires s'inclinent vers le point blessé. Au contraire, quand l'Oursin prend sa position de défense, il éloigne les piquants du point menacé, en même temps qu'il dirige vers son ennemi ses pédicellaires ainsi démasqués et dont les mâchoires se tiennent prêtes à mordre. Ici, ce n'est point une douleur locale, mais une sensation plus complexe que nous ne pouvons analyser, qui provoque une combinaison de mouvements assurément intéressante chez un être aussi inférieur. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la constitution histologique de quelques Nématodes du genre* Ascaris. Note de M. **Léon Jammes**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les naturalistes, qui jusqu'à présent se sont occupés de l'histologie des Nématodes, ont déclaré que la couche nommée par eux *couche granuleuse,* n'était pas cellulaire chez l'adulte. Leuckart pense toutefois qu'il existe une couche épithéliale formée par des éléments très petits, situés à la partie interne, tout contre les cellules musculaires.

» Dans l'étude à laquelle je me suis livré, de quelques espèces de Nématodes et en particulier des *Ascaris megalocephala*, *A. Lumbricoides* (veau) et *A. Suilla* (Dujardin), je n'ai jamais pu constater l'existence de cette couche. A l'aide de la technique histologique employée couramment à la Faculté des Sciences de Toulouse, j'ai longuement cherché dans la couche granuleuse les traces d'un ectoderme quelconque. La couche granuleuse est limitée d'un côté par la cuticule, de l'autre par la couche musculaire.

» Mais, par contre, ces recherches ont mis en évidence quelques particularités propres à la couche granuleuse : les coupes transversales pratiquées au niveau de l'œsophage montrent la continuité et l'identité de structure de l'anneau nerveux œsophagien et de la couche granuleuse. L'un et l'autre sont constitués par des fibrilles mélangées de cellules. Les fibrilles de l'anneau nerveux, en arrivant sur la paroi du corps, s'incurvent et se répandent entre la cuticule et la couche musculaire; dès lors, le système nerveux et la couche granuleuse affectent des connexions tellement étroites qu'il est impossible de leur assigner des limites exactes.

» Des coupes pratiquées le long du corps, à différents niveaux, montrent, dans la couche granuleuse, de petits lits de cellules souvent disposés sur plusieurs rangs, mais ne formant jamais un épithélium continu.

» Ces cellules présentent des aspects variables; rarement cubiques, quelquefois arrondies, le plus souvent aplaties parallèlement à la paroi du corps, elles portent un nombre variable de prolongements. Ce sont ces prolongements qui, sur les coupes, contribuent à donner à la couche son aspect fibrillaire et feutré.

» Jamais on ne trouve entre elles de substance intercellulaire.

» Les cellules de la couche granuleuse se colorent en violet uniforme sous l'action du chlorure d'or, tandis que ce réactif colore la cuticule en

rose et en pourpre. La segmentation externe de la cuticule décelée par cette imprégnation ne correspond, au moins chez l'adulte, à aucune métamérisation interne.

» La grande similitude de structure de la couche granuleuse et du système nerveux permet de penser que la couche granuleuse représente l'ectoderme. Ce dernier différerait beaucoup, par sa constitution, de l'ectoderme des autres métazoaires; il serait formé, en effet, par des éléments neuro-épithéliaux, et le système nerveux décrit par les auteurs ne serait qu'une condensation de cette masse en divers points du corps.

» Toutefois, cette idée a besoin d'être corroborée par des recherches embryologiques, que je poursuis en ce moment. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la physiologie comparée de l'olfaction.* Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Chauveau.

« Depuis les observations de Cuvier, de Blainville, de Tréviranus, de Dupuy et surtout grâce aux expériences de Moquin-Tandon et de Sochacrewer, on ne saurait douter aujourd'hui de l'existence du sens de l'olfaction chez les Mollusques gastéropodes pulmonés. Mais les auteurs qui ont écrit sur cette question sont loin d'être d'accord sur le siège de cette fonction, et aucun d'eux ne parle de son mécanisme intime. Les observations les plus importantes ont été fournies par l'*Helix pomatia*, et c'est ce même Mollusque que nous avons choisi pour nos propres expériences, afin de ne pas compliquer la question.

» En dehors des substances dont les vapeurs sont irritantes ou caustiques (acide acétique, ammoniaque), nous avons constaté que beaucoup de vapeurs de liquides odorants étaient susceptibles de mettre en jeu la sensibilité olfactive de l'*Helix pomatia*.

» Des essais nombreux ont été faits avec plus de quinze substances odorantes, de natures très diverses, sur des Escargots munis de leurs quatre tentacules ou amputés soit des deux tentacules supérieurs, soit des deux inférieurs seulement, ou bien encore des quatre tentacules à la fois. Ces essais ont permis d'adopter les conclusions suivantes :

» 1° Les grands tentacules sont plus sensibles que tous les autres points du tégument.

» 2° La sensibilité des petits tentacules aux divers excitants olfactifs, bien que très générale encore, est néanmoins plus restreinte et moins vive que celle des grands.

» 3° La sensibilité olfactive du reste du tégument cutané externe n'est évidente que pour un nombre très restreint d'excitants (vapeur de benzine, de nitrobenzine, par exemple) et est beaucoup moins vive pour ces mêmes agents que celle des tentacules.

» 4° Dans les grands tentacules, la sensibilité n'est pas localisée seulement à leur extrémité : elle est seulement plus vive en ce point que dans le reste de l'appendice.

» D'autre part, on sait, depuis les recherches de Flemming surtout, que la texture du tégument des tentacules ne diffère pas sensiblement de celle des autres parties superficielles de la peau. On y rencontre principalement des cellules épithéliales de soutien et des terminaisons sensorielles plus nombreuses à l'extrémité des grands tentacules. Celles-ci, d'après Flemming, sont essentiellement constituées par un corps fusiforme dont l'extrémité externe est allongée et se termine par un petit appendice bacilliforme qui se détache facilement; par l'autre extrémité, ces éléments fusiformes sont reliés à des fibrilles nerveuses (voir C. Vogt et E. Yung, *Traité d'An. comp.*, p. 781). Cette texture se rapproche d'ailleurs beaucoup de celle que l'on rencontre dans la muqueuse olfactive d'un grand nombre d'animaux vertébrés. On y trouve, en effet, outre les glandes : 1° des éléments épithéliaux de soutien; 2° des cellules fusiformes, dont l'extrémité externe est terminée en bâtonnet et porte parfois des cils vibratiles et dont l'autre extrémité entre en connexion directe avec le système nerveux. On peut en effet reconnaître parfois, d'après M. Ranvier (*Traité technique d'Histologie*, p. 724), que les prolongements centraux de ces éléments fusiformes, ou cellules olfactives, sont en rapport de continuité avec le plexus basal.

» Cette disposition morphologique est comparable à celle que nous avons désignée sous le nom de *système avertisseur*, comprenant un segment épithélial, un segment contractile et un segment neural, et permettant d'expliquer par la contraction du segment moyen le mécanisme sensoriel de la vision et de la gustation chez la Pholade.

» Chez la Pholade, cette contraction peut être constatée *de visu* et même enregistrée mécaniquement. Or nos expériences démontrent que, si la contraction du système avertisseur myoépithélial dans les tentacules de l'Escargot est difficile à enregistrer, elle peut être facilement observée, même à l'œil nu, sous l'influence d'une excitation olfactive.

» Pour faire cette expérience, on détache un des grands tentacules d'un Escargot par écrasement, c'est-à-dire au moyen d'une pince que l'on serre fortement, pour

éviter l'emploi des ciseaux qui amène l'affaissement et le retrait du tentacule amputé. L'appendice ainsi détaché est porté dans une chambre humide et observé avec un objectif n° 0 de Verick. On voit alors se produire, pendant un certain temps, de petits mouvements irréguliers, comme fibrillaires, vers l'extrémité, accompagnés parfois d'un recul de cette extrémité, mais non de son invagination. Au bout d'un temps variable (une demi-heure environ), ces mouvements spontanés deviennent plus rares et cessent complètement. Mais, vient-on à introduire alors dans la chambre humide un petit fragment de papier imbibé de benzine, de xylol, de sulfure de carbone, etc., en évitant tout contact direct, on voit aussitôt les mouvements recommencer avec une grande énergie.

» On pourrait penser que ces mouvements sont dus à l'excitation de terminaisons nerveuses périphériques (dont nous n'avons pu d'ailleurs constater l'existence) portée jusqu'au ganglion sensoriel de l'extrémité tentaculaire et renvoyée aux fibres musculaires par une action réflexe.

» Il n'en est rien : car, en supprimant le centre de ce réflexe présumé, le phénomène se produit également, avec quelques modifications pourtant.

» Pour réaliser cette seconde expérience, on ampute par écrasement l'extrémité tentaculaire contenant le ganglion sensoriel. La plaie étant cicatrisée, on s'assure que le moignon de tentacule est sensible encore aux excitants olfactifs. On le sectionne à sa base, toujours par écrasement, et on le porte comme le précédent dans la chambre humide. On n'observe plus alors les deux mouvements spontanés dont nous avons parlé plus haut; mais, au bout d'une demi-heure de repos environ, on pourra déterminer de petits mouvements provoqués vers l'extrémité du tentacule comme dans l'expérience précédente.

» Il s'agit donc bien ici d'un phénomène de l'ordre de celui que nous avons décrit à propos de la vision et de la gustation chez les Pholades; le mécanisme nous paraît très général, en ce qui concerne les organes des sens. C'est la sensibilité des segments myoépithéliaux qui est d'abord mise en jeu. Leur excitabilité se traduit par une contraction qui, à son tour, ébranle mécaniquement les terminaisons nerveuses qui se rendent aux centres sensoriels. En résumé, nous dirons que, pour les sens spéciaux, l'excitation première est une excitation mécanique, comme celle qui donne lieu aux sensations de tact proprement dites.

» Nous exposerons ultérieurement les raisons qui militent en faveur de cette théorie appliquée à l'explication du mécanisme des sensations auditives. »

GÉOLOGIE. — *Les éruptions basaltiques de la vallée de l'Allier*. Note de M. MARCELLIN BOULE, présentée par M. Fouqué.

« La haute vallée de l'Allier, entre Langogne et Brioude, est remarquable par l'abondance des éruptions basaltiques provenant des volcans de la chaîne du Velay.

» Tantôt d'énormes coulées s'arrêtent au bord des hauts plateaux où elles se montrent coupées à pic; le plus souvent, elles se tiennent en contrebas, à diverses hauteurs sur les flancs de la vallée; elles reposent alors sur un lit de cailloux roulés qui permet de déterminer la profondeur de cette vallée au moment de l'éruption; parfois, elles descendent jusqu'au niveau actuel de l'Allier, dont les berges sont constituées par de belles colonnades de prismes.

» Tous les géologues qui se sont occupés de cette région, se basant sur les dispositions topographiques que je viens d'indiquer et sur la bonne conservation des cônes de projections, ont pensé que ces volcans étaient relativement récents : ils leur ont donné le nom de *volcans modernes* et les ont rapportés au quaternaire.

» J'ai déjà eu l'occasion de montrer que les scories du cône volcanique appelé la montagne du Coupet, près de Langeac (Haute-Loire), supportaient un dépôt d'atterrissement renfermant *Mastodon arvernensis*, *Tapirus arvernensis*, *Equus Stenonis*, *Palœoreas torticornis*, etc., c'est-à-dire une faune plus voisine de la faune du pliocène moyen que de toute autre faune fossile. La coulée basaltique du volcan du Coupet ne s'est pas épanchée dans la vallée. Elle s'est étendue sur un plateau dont le niveau est relativement élevé au-dessus de l'Allier.

» A Chilhac, localité située à 10^{km} en aval de Langeac, j'ai pu établir l'âge d'une coulée se tenant à une très faible hauteur au-dessus de la rivière. Au nord du village, et adossé aux flancs gneissiques de la vallée de l'Allier, se trouve une montagne de scories dont le sommet atteint 782^{m} d'altitude. Ce volcan a donné une nappe de basalte qui vient former, à 50^{m} au-dessus de l'Allier, une plate-forme composée de beaux prismes basaltiques; Chilhac est bâti sur cette plate-forme. Le basalte repose, par l'intermédiaire d'un lit de projections bien stratifiées, sur une assise alluviale formée de gros cailloux roulés ou aux angles simplement émoussés. La plupart de

ces cailloux sont de la grosseur d'un tête humaine. Il en est qui atteignent 1^m de diamètre. Ces blocs sont de gneiss, de fibrolite, de granite, de granulite, de basalte, etc. Le basalte m'a paru être la roche dominante. Il y a diverses variétés, notamment des variétés vitreuses. Entre les blocs, se trouve un sable grossier, jaune ou rougeâtre, avec parties bien stratifiées. Les cailloux roulés reposent sur le gneiss; leur base est à 30^m environ au-dessus de l'Allier.

» Si, en remontant la coulée, on se dirige vers le nord, on arrive bientôt au pied du cône de projections. Celles-ci sont souvent à peu près intactes, non remaniées, encore soudées entre elles par de la matière vitreuse, et leur superposition au basalte ne paraît pas douteuse. Mais dans les petits ravins qui descendent du cône, elles ont un aspect terreux et présentent des caractères de remaniement par les eaux sauvages. M. le comte de Morteuil, ancien maire de Chilhac, a recueilli depuis longtemps des ossements de Mammifères dans ces sortes de tufs. Il a bien voulu me guider au terroir de Varennes où se trouve le principal gisement. J'ai pu acquérir une idée nette des relations stratigraphiques de la formation et y recueillir moi-même divers fragments osseux. J'ai pu déterminer : *Mastodon arvernensis*, *Rhinoceros leptochinus* ou *Rh. etruscus*, *Equus Stenonis*, plusieurs *Cervus* rappelant des espèces de Perrier, une prémolaire supérieure d'*Hyœna*. Ainsi, malgré sa faible altitude au-dessus du niveau de la vallée de l'Allier, profonde de 300^m en ce point, le basalte de Chilhac est beaucoup plus ancien qu'on ne l'avait supposé, puisqu'il supporte des projections volcaniques remaniées renfermant une faune dont les éléments appartiennent au pliocène moyen.

» De l'autre côté de la chaîne du Velay, c'est-à-dire dans la haute vallée de la Loire, les éruptions dont l'âge est marqué par les mêmes fossiles se tiennent sur les parties les plus élevées des plateaux, qu'elles couronnent par l'intermédiaire d'une nappe de cailloux roulés. Il faut en conclure que le creusement de la haute vallée actuelle de l'Allier remonte à une époque beaucoup plus ancienne que le creusement de la haute vallée actuelle de la Loire. Ces résultats sont de nature à nous mettre en garde contre les généralisations à propos de cette question si difficile de l'âge du creusement des vallées actuelles. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la composition minéralogique des roches volcaniques de la Martinique et de l'île Saba*. Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Les roches volcaniques recueillies par Ch. Sainte-Claire Deville à la *Martinique* présentent de grandes analogies avec celles de la Guadeloupe. Le principal point de ressemblance réside dans l'abondance de l'*hypersthène*, qui l'emporte souvent sur l'augite parmi les minéraux du premier temps de consolidation.

» On retrouve des *andésites* à hypersthène; augite et labrador, des *labradorites* très peu augitiques à hypersthène, augite et labrador, plus rarement des labradorites de ce groupe renfermant de l'olivine (fréquemment transformée en produits ferrugineux biréfringents). Ces roches sont en moyenne plus vitreuses que les types correspondants de la Guadeloupe [1]. Il existe, en outre, des andésites et des labradorites renfermant de l'*amphibole* en grands cristaux.

» L'amphibole appartient à la *hornblende basaltique* très biréfringente; sa couleur varie du brun au vert; le polychroïsme est très intense dans les teintes suivantes :

n_g =	brun rouge	vert foncé
n_m =	jaune d'or	vert jaune
n_p =	jaune clair	jaune

» La variété verte est moins biréfringente que la brune. L'angle d'extinction maximum dans g^1(010) est également variable de 2° à 4°; il va jusqu'à 9° dans les variétés vertes. Les cristaux sont souvent partiellement transformés en produits ferrugineux opaques.

» L'amphibole se trouve dans des roches correspondant à tous les types énumérés plus haut, même ceux qui renferment de l'olivine.

» On observe, dans chacun de ces types, des ségrégations des éléments du premier temps, dans lesquelles le pyroxène est moulé par de l'amphibole associée en ophite avec le labrador.

» Ces roches renferment aussi parfois des enclaves de grains de quartz qui sont en général entourés par une couronne de microlites d'augite sem-

---

[1] *Comptes rendus*, 23 juin 1890.

blable à celle que l'on observe autour des enclaves quartzeuses des basaltes.

» Les roches microlitiques qui viennent d'être décrites, et plus spécialement leurs variétés très vitreuses, offrent souvent des phénomènes de silicification très intéressants :

» Dans le magma du second temps, on voit parfois apparaître de grandes plages de quartz à contours indécis, épigénisant la matière vitreuse qui englobait les microlites feldspathiques. D'autres fois, la matière vitreuse est transformée en sphérolites quartzeux petits, mais très distincts les uns des autres ; ce sont de véritables *éponges siliceuses* offrant une extinction uniforme et rappelant le *quartz globulaire* des roches anciennes. Dans quelques cas enfin, la matière vitreuse est transformée en un assemblage de petits grains de quartz à *structure microgranulitique*. La biréfringence, le signe positif de l'axe optique unique suffisent à caractériser ces diverses formes du quartz.

» Quelques-unes de ces roches, considérées en elles-mêmes, en faisant abstraction de toutes celles qui les accompagnent, pourraient être regardées comme des *rhyolites à quartz globulaire*, des *microgranulites* récentes, présentant une grande différence au point de vue de la basicité entre les éléments du premier et du second temps (I. Hypersthène, augite, labrador, *parfois olivine*. — II. Quartz globulaire microgranulitique). Mais en général, le quartz est nettement secondaire.

» Lorsqu'il existe des microlites au milieu de la matière vitreuse, on voit qu'ils sont épigénisés par le quartz aussi bien que les grands cristaux du même minéral et le verre de la roche. Souvent aussi, les éponges siliceuses moulent les microlites intacts. Aussi désignerons-nous ces roches (suivant la nature des microlites feldspathiques) sous le nom d'*andésites* ou de *labradorites quartzifiées :* c'est sans doute de cette façon qu'il y aurait lieu d'interpréter un grand nombre de roches porphyriques anciennes ou modernes décrites dans beaucoup de régions comme *rhyolites* ou *porphyres*.

» Les roches volcaniques de l'*île Saba* sont encore des *labradorites* différant surtout les unes des autres par la nature de leurs grands cristaux : 1° labradorites à labrador, pyroxène et amphibole (hornblende brun jaune très polychroïque et très biréfringente, analogue à celle de la Martinique) ; 2° labradorites à labrador et pyroxène (ce pyroxène est incolore; il devient jaune d'or sur les bords, les microlites sont en général entièrement jaunes, ils rappellent la variété de pyroxène jaune des roches à leucite du

Latium); 3° labradorites à labrador et à olivine; ce dernier minéral, parfois très abondant, est accompagné soit de pyroxène, soit, mais plus rarement, d'amphibole en grands cristaux. Ces roches sont peu ou pas augitiques, elles renferment parfois en très grande quantité des grains de *quartz* arrondis, atteignant un demi-millimètre, qui sont tantôt entourés de la zone vitreuse incolore et de la couronne de microlites de pyroxène (incolore, vert clair ou jaune) et qui, tantôt, au contraire, en sont dépourvus. Ces labradorites à olivine et à enclaves de quartz présentent une très grande analogie avec les roches de Californie et de la Névada décrites par Hague et Diller sous le nom de *quartz basalt*. Ces savants considèrent ce quartz comme primaire; celui des roches de Saba me semble d'origine étrangère au magma initial de la roche. J'ai retrouvé des enclaves analogues dans les labradorites de l'île Saint-Eustache. »

GÉOLOGIE. — *Corrélation entre les diaclases et les rideaux des environs de Doullens*. Note de M. **Henri Lasne**, présentée par M. Daubrée.

« Le nom de *rideaux* s'applique dans le nord de la France à des ressauts brusques qui se présentent fréquemment sur les pentes douces des vallées : ils ont l'inclinaison de talus d'éboulement. Ces accidents ne sauraient en aucune façon être comparés à des terrasses : ils ne suivent pas les lignes de niveau et ne se correspondent pas sur les deux versants.

» L'exploitation des phosphates des environs de Doullens (Somme) ayant mis sur de vastes surfaces la craie à découvert, j'en ai profité pour mesurer la direction d'un grand nombre de diaclases, en même temps que celles des rideaux voisins; puis j'ai comparé les résultats.

» Pour opérer cette comparaison, chaque mesure, lors de l'observation, a été affectée d'un coefficient, variant de 1 à 5, suivant l'importance de l'accident mesuré; les observations ont été ensuite classées par ordre, et la somme des nombres et des poids a été faite de 5° en 5°, séparément pour les rideaux et les diaclases.

» Ne pouvant donner ici les Tableaux qui résument les observations et qui seront publiés dans un travail que je destine à la Société géologique de France, je me contenterai de résumer brièvement les conclusions auxquelles conduit la comparaison des résultats (nombre des mesures, 159; leur poids, 429) :

» 1° On constate d'abord que les diaclases et les rideaux se groupent

séparément autour d'un petit nombre de directions (au nombre de 8) dont quelques-unes sont fortement prédominantes.

» 2° Ces directions sont les mêmes et se rangent, suivant leur importance, dans le même ordre pour les diaclases et les rideaux.

» 3° Les deux directions principales comprennent 55 pour 100 du nombre et 64 pour 100 du poids des observations. Non seulement le nombre des accidents est plus grand, mais aussi leur importance relative.

» 4° La direction la plus importante, 162° [1], est celle d'un plissement de la craie bien évident dans le pays; la deuxième, qui lui est presque égale, 126°, est à très peu près celle de l'Authie (Somme, Bray, etc.); la troisième par ordre d'importance, 53°, est sensiblement parallèle à l'Oise.

» Du parallélisme de ces accidents, on est amené à conclure que les rideaux ont pour origine les diaclases. De plus, on peut souvent observer qu'aux rideaux correspondent des affaissements locaux des couches de craie : ce sont donc des diaclases avec rejet, rejet qui est postérieur aux principaux phénomènes d'érosion.

» De ces faits paraît découler l'explication suivante : les eaux de surface traversent facilement la craie par les diaclases, jusqu'à ce qu'elles rencontrent un banc argileux, imperméable, parce que, comme l'a fait observer M. Daubrée, sa plasticité lui a permis de céder sans rompre aux efforts qui ont fissuré les terrains voisins. Un semblable banc se rencontre dans l'étage turonien, et retient vers l'altitude de 30^m à 35^m un niveau d'eau important. Les eaux qui s'écoulent à la surface de ce banc argileux dissolvent la craie au contact de laquelle elles se trouvent, et cela d'autant plus activement qu'elles sont plus abondantes, c'est-à-dire qu'on se rapproche davantage des thalwegs souterrains. La base venant à manquer, les assises supérieures s'affaissent à mesure, le long des diaclases préexistantes, et ce mouvement se traduit à la surface par un ressaut, que les érosions superficielles ne parviennent pas à niveler. Ces érosions sont faibles, il est vrai; car, le sous-sol étant très perméable, le nivellement ne se produit qu'exceptionnellement.

» Cette explication, basée sur les faits que je viens d'exposer, ainsi que sur de nombreuses observations de détail qui ne peuvent trouver place ici, se rattache intimement aux théories générales développées par M. Daubrée, et l'origine de ce singulier phénomène des rideaux paraît ainsi élucidée d'une façon très satisfaisante. »

---

(1) Les directions sont comptées du nord au sud, par l'est.

M. **P. Péchard**, à propos de la Communication de M. Müntz « sur la décomposition des engrais organiques dans le sol », rappelle les résultats auxquels il était parvenu lui-même, dans son Mémoire relatif à l'influence du plâtre et de l'argile sur la conservation, la nitrification et la fixation de l'azote (*Comptes rendus*, 9 septembre 1889). M. Péchard avait constaté la production préalable d'ammoniaque avant toute trace de nitrification, constatation qui n'avait pas lieu de surprendre, après les travaux de M. Schützenberger sur le dédoublement des matières albuminoïdes par les terres alcalines, et après l'enseignement de M. Duclaux sur le dédoublement identique de ces matières par les microbes.

M. **A. Fortin** adresse, de Châlette (Loiret), une Note concernant les relations entre les taches solaires, les indications du magnétomètre et les tempêtes.

M. **J. Nauges** adresse une Note concernant la culture du blé chinois, faite dans l'établissement agricole des Fraisières de Tarn-et-Garonne, et les résultats obtenus par les autres agriculteurs.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 juillet 1890.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Quatrième série, publiée par Camille Jordan, avec la collaboration de M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré, H. Resal. Tome sixième. Année 1890. Fascicule n° 2. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; br. in-4°.

Le Sahara et la cause des variations que subit son climat depuis les temps historiques; par Alfred Guy. Oran, D. Heintz, 1890; br. in-8°.

Note sur diverses expériences concernant les ciments; par M. R. Feret. Paris, Vve Ch. Dunod, 1890; br. in-8°.

Atlas de manipulations de Chimie; par le Dr MAURICE DE THIERRY (*Métalloïdes*). Paris, Paul Rousseau et Cie, 1890; in-f°. (Présenté par M. A. Gautier.)

Des troubles trophiques dans l'hystérie; par ALEX. ATHANASSIO. Paris, E. Lecrosnier et Babé, 1890; 1 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

Observations astronomiques faites par B. D'ENGELHARDT. Deuxième Partie. Dresde, Guillaume Baensch, 1890; 1 vol. in-4°.

Rudimenti della nuova farmacologia razionale; per il prof. ANTONIO CURCI. Catania, Francesco Galati, 1890; br. in-8°.

A new theory of chloroform syncope; by ROBERT KIRK. Edinburgh et Glasgow, John Menrics and C°, 1890; br. in-18.

Report of the fifty-ninth meeting of the British Association for the advancement of Science held at Newcastle-upon-Tyne in september 1889. London, John Murray, 1890; 1 vol. in-8°.

The thirty-second annual Report on the trade and commerce of Chicago for the year ending december 31, 1889, *compiled for the Board of Trade; by* GEO. F. STONE. Chicago, John stationery and printing C°, 1890; 1 vol. in-8°.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. LVI. Band. Wien, 1889; in-f°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 15 JUILLET 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nouvelles études sur la rotation du Soleil;* par M. H. Faye.

« La théorie de la constitution physique du Soleil, que j'ai proposée il y a de longues années, et qui a été favorablement accueillie par les astronomes, comprend le mode d'alimentation de la photosphère, la constance actuelle de sa radiation, la raison des courants rétrogrades, parallèles à l'équateur, qui déterminent la singulière rotation du Soleil, l'assimilation des taches et des pores aux cyclones et aux trombes terrestres, ce qui nous a conduit à réformer la météorologie dynamique; la structure des taches, leur multiplication par voie de segmentation, enfin la circulation de l'hydrogène, d'où dérivent, sur la photosphère, la production des facules, et, au delà de la chromosphère, le magnifique épanouissement des

protubérances quiescentes (dues aux pores) ou éruptives (dues aux taches). Cette théorie est basée, pour sa partie mécanique, sur la découverte de la singulière rotation du Soleil (Carrington), pour laquelle j'ai trouvé la loi suivante (ξ vitesse angulaire diurne; φ latitude héliocentrique):

$$\xi = 862' - 186' \sin^2\varphi = 14^\circ,37 - 3^\circ,10 \sin^2\varphi.$$

La constante $14^\circ,37$ représente la rotation à l'équateur, et le terme $-3^\circ,10 \sin^2\varphi$ est la vitesse des courants rétrogrades dont l'effet est de ralentir progressivement cette rotation de l'équateur aux pôles.

» Mais la méthode employée depuis trois siècles (l'observation des taches) présente des lacunes graves. Il n'y a presque jamais de taches vers 45° de latitude; à partir de 50° jusqu'aux pôles, il n'y en a jamais. Dans ces régions, on ne trouve que des pores presque invisibles, des facules inobservables et des protubérances nuageuses ou quiescentes situées hors de la photosphère.

» Bien plus, à chaque période, on rencontre une série de mois pendant lesquels les taches se raréfient en se retirant vers les basses latitudes, puis viennent de longs jours où les grands phénomènes tourbillonnaires disparaissent de toute la surface du Soleil. Les pores cessent de se développer et de donner naissance à des taches.

» De là la difficulté de faire une étude continue du Soleil et en particulier de rattacher à la théorie la périodicité undécennale et la singulière distribution mobile des taches dans les différentes zones où elles se produisent. Pour combler ces lacunes, il faudrait avoir autre chose à observer que les taches.

» Dans ces derniers temps, deux observateurs distingués ont tenté des voies nouvelles. L'un, M. Wilsing, de Potsdam, a substitué, à l'observation nécessairement intermittente des taches, celle des facules dont on voit toujours quelques exemplaires sur le Soleil. L'autre, M. Dunér, Directeur de l'observatoire d'Upsal, a adopté la méthode spectroscopique, qui doit son origine à une belle suggestion de M. Fizeau, et qu'on peut appliquer en tout temps à l'étude de la rotation du Soleil. Je me propose de rendre compte à l'Académie de leurs Mémoires et de rechercher ce qu'on peut en tirer pour confirmer et surtout pour étendre les notions précédentes.

» Disons tout d'abord que le travail du Dr Wilsing ([1]) paraît avoir été

([1]) *Astronomische Nachr.*, n° 2852; 10 août 1888.

inspiré moins par le désir de compléter nos moyens d'information que pour raviver une théorie aujourd'hui bien oubliée, celle de M. Kirchhoff. Cette théorie a eu le désavantage d'être une traduction par trop littérale des belles observations d'analyse spectrale de l'illustre physicien. Le phénomène capital du Soleil, c'est l'énorme dégagement de chaleur qui s'effectue par l'intermédiaire de la photosphère (1). De là résultent sa constitution mécanique, c'est-à-dire les courants de convection internes, la modification qui en résulte dans sa rotation, c'est-à-dire les courants rétrogrades de sa surface, etc. Les raies du spectre, malgré l'immense importance que leur ont donnée les travaux de M. Kirchhoff, n'y sont pour rien. En les prenant, au contraire, pour point unique de départ, M. Kirchhoff a été conduit à l'idée que le Soleil devait être une masse solide ou liquide incandescente, entourée d'une vaste atmosphère contenant des vapeurs de tous les métaux dont les raies se voient renversées dans le spectre. Dès lors les taches ne pouvaient être que des nuages formés dans cette atmosphère par la condensation accidentelle de ces vapeurs métalliques, les facules et les protubérances de simples résultats d'éruptions volcaniques, comme les nôtres, se reproduisant à des époques plus ou moins irrégulières aux mêmes points. Par ainsi, la théorie est complète; il ne reste plus que peu de chose à faire, c'est de prouver aux astronomes qu'ils ont eu tort de s'adresser à de simples nuages pour étudier la rotation du Soleil. En choisissant des repères inhérents à la surface même de cet astre, les facules par exemple, on doit trouver que cette rotation a partout la même vitesse angulaire, comme celle de la Terre et de toutes les planètes.

» C'est ce qu'a fait M. le Dr Wilsing. Malheureusement pour cette conception, les taches ne sont pas des nuages, mais des accidents du corps même du Soleil, comme les facules, avec cette différence que celles-ci sont en saillie et celles-là en creux. Les facules donneraient donc les mêmes résultats que les taches pour la rotation, si elles pouvaient être observées d'une manière un peu passable. Mais il suffit de jeter un coup d'œil sur le Soleil pour voir que ces facules sont des plaques ou des marbrures lumineuses à contours très irréguliers; elles ne présentent nulle part de points sur lesquels on puisse diriger une lunette; aussi, depuis près de trois siècles qu'on observe le Soleil pour en étudier la rotation, personne n'a eu l'idée de se servir de facules comme de points de repères.

» Ajoutez à cela que ces facules ne sont bien visibles que sur les bords

(1) Un milliard six cents millions de calories par jour et par mètre carré.

du disque solaire. Elles sont très difficiles à retrouver lorsque, après une rotation complète, elles ont regagné leur place première, avec des contours différents et au milieu de facules nouvelles. Il y a là une telle cause d'incertitude que l'observateur est exposé à aboutir inconsciemment à tout résultat dont il aura eu l'esprit prévenu. Et, comme il lui faudra s'aider d'une première évaluation antérieure de la rotation, ce sera cette évaluation qu'il retrouvera probablement au bout de ses mesures et de ses calculs.

» Je ne crois pas faire tort au savant auteur de ce Mémoire en lui appliquant ces réflexions. Partant de la rotation équatoriale, déterminée par M. Spoerer, à Potsdam, au moyen des taches, malgré la condamnation portée contre ces prétendus nuages, c'est-à-dire de $25^j,2340$, il a trouvé par ses facules, à toute latitude, des nombres oscillant entre $25^j,12$ et $25^j,26$. Il en a conclu que les causes inconnues qui meuvent les taches sont confinées dans une mince couche de l'atmosphère, tandis que le corps même du Soleil tourne tout d'une pièce comme la Terre ([1]). Justement, ce sont là les idées de M. Kirchhoff, auxquelles l'auteur se trouve ramené par un long détour.

» Passons maintenant au second Mémoire sur la rotation du Soleil, celui de M. Dunér ([2]). L'analyse spectrale nous donne aujourd'hui une autre méthode, indépendante des accidents de la photosphère, qui permet de mesurer directement et en tout temps la vitesse de rotation sur les bords du disque solaire ([3]). M. Dunér y a employé un admirable réseau de diffraction de Rowland, adapté au réfracteur de l'observatoire de Lund. Ce spectroscope est d'une puissance optique telle qu'on peut, avec son aide, mesurer la différence de longueur d'onde de raies voisines à $\frac{1}{5000}$ près

---

([1]) C'est le Mémoire que M. Vicaire a signalé récemment à l'attention de la Société philomathique, dans la séance du 27 juin dernier, en ces termes : « Contrairement à ce qui a été observé depuis longtemps pour les taches, les facules accusent la même durée de rotation pour les diverses zones solaires, quelle qu'en soit la latitude. M. Vicaire rappelle qu'il avait signalé, il y a longtemps, ce qu'il y avait d'arbitraire à conclure, de la seule observation des taches, aux mouvements généraux de la photosphère. » M. Vicaire ne connaissait pas, sans doute, le Mémoire dont il va être question.

([2]) *Astron. Nachr.*, n° 2968; 21 mai 1890.

([3]) Bien que la vitesse de rotation du Soleil à l'équateur (2^{km} par seconde) ne produise qu'un bien faible déplacement dans les raies du spectre d'environ $\frac{1}{100}$ de la distance des raies D_1 et D_2, ce déplacement avait déjà été mesuré d'une manière satisfaisante, mais à l'équateur seulement, par plusieurs observateurs, Zoellner, Vogel, Langley, Yung.

de l'unité de ces longueurs. L'auteur a suivi, d'ailleurs, la méthode indiquée par M. Thollon dans le Tome II des *Annales de l'observatoire de Nice*, page D.4. Cette méthode consiste à prendre pour repère des raies telluriques (non affectées par la rotation) encadrées par des raies du fer très voisines, appartenant au Soleil et susceptibles, par conséquent, d'être déplacées par cette même rotation. On peut ainsi obtenir, par des mesures différentielles très précises, les déplacements des raies du fer sur les deux bords opposés du Soleil, en différents points du disque, depuis l'équateur jusqu'à 75° de latitude, bien au delà des régions où les taches nous avaient permis d'en étudier la rotation. Des observations de ce genre, au nombre de 635, ont été faites à Lund pendant les étés de 1887, 1888 et 1889. Sans doute, les déviations à mesurer étaient bien petites, mais l'appareil spectroscopique était d'une puissance rare, les mesures nombreuses et la méthode exempte d'erreur.

» Pour abréger, je cite seulement les valeurs moyennes correspondantes à diverses zones du Soleil, en désignant par φ la latitude héliocentrique, par v la vitesse de rotation en kilomètres, par $\xi \cos\varphi$ la vitesse angulaire diurne qu'on en déduit exprimée en arc de grand cercle, par n le nombre des observations :

φ.	v.	$\xi \cos\varphi$.	n.
0°,4	1,98	14°,14	107
15,0	1,85	13,19	104
30,0	1,58	11,31	104
45,0	1,19	8,48	106
60,0	0,74	5,31	107
74,8	0,34	2,45	107

» Si l'on compare ces résultats avec ceux de la formule ci-dessus, que j'ai déduite moi-même de sept années d'observation de M. Carrington, c'est-à-dire avec l'expression

$$\xi = 14°,367 - 3°,10 \sin^2\varphi,$$

on trouve

φ.	$\xi \cos\varphi$ (anal. spectrale).	$\xi \cos\varphi$ (taches).
0°,4	14°,14	14°,37
15,0	13,19	13,68
30,0	11,31	11,77
45,0	8,48	9,07
60,0	5,31	6,02
74,8	2,45	3,01

» Sauf des écarts sur lesquels je reviendrai tout à l'heure, on voit que la loi de la rotation de la photosphère donnée par l'observation des taches est pleinement justifiée par les mesures spectroscopiques, même dans les régions où les taches n'apparaissent jamais. C'est là un événement considérable pour la Science. Il confirme les notions acquises sur la constitution mécanique du Soleil et ouvre la voie à des progrès nouveaux.

» Examinons maintenant ces écarts. Une partie est certainement imputable aux erreurs d'observation. Ainsi, les observations de taches plus récentes faites par MM. Tisserand et Spoerer, avec des moyens de mesure plus exacts que ceux de Carrington, se rapprochent plus des résultats de M. Dunér. A l'équateur, M. Tisserand a trouvé 14°, 29; M. Spoerer a trouvé à différentes époques 14°, 27 et 14°, 23. Mais une autre partie de ces écarts doit tenir au phénomène lui-même.

» Au fond, le mouvement des taches ne saurait être rigoureusement identique à celui des courants de la photosphère où ces taches se forment et dont elles suivent le fil. Les tourbillons solaires (pores et taches) exécutent en effet un certain travail, celui qui donne lieu à la grandiose circulation de l'hydrogène incandescent que je rappelais plus haut. Ce travail s'exécute aux dépens des inégalités de vitesse des courants superficiels parallèles à l'équateur ([1]). Un de ses résultats consiste à introduire des matériaux froids de la chromosphère jusqu'à une profondeur notable audessous de la photosphère et à modifier, par suite, les courants verticaux de convection qui l'alimentent. Il semble donc que les courants de la photosphère et, par suite, la rotation superficielle puissent varier sensiblement avec le nombre, la grandeur et la position des taches, et n'être plus rigoureusement les mêmes aux époques des minima, alors que les taches cessent de se produire. Ces petites mais très importantes variations nous ont échappé jusqu'ici, parce qu'avec la méthode des taches on se trouve désarmé aux époques décisives. Heureusement, cette lacune va être comblée par la méthode spectroscopique, et il faut remarquer ici que les mesures de M. Dunér, en 1889, coïncident justement avec une de ces époques interdites à l'autre méthode. Nous devons le remercier d'avoir ouvert une voie nouvelle pour compléter l'étude de la mécanique intime du Soleil. »

([1]) C'est ainsi que dans nos cours d'eau les tourbillons contribuent à en régulariser et à en ralentir le régime, en absorbant les inégalités de vitesse qu'ils épuisent sur le lit du fleuve (Venturi, Belgrand).

OPTIQUE. — *Sur la photographie des franges des cristaux.* Note de MM. **Mascart** et **Bouasse.**

« La photographie des franges de polarisation chromatique, dites *à l'infini*, vues dans un microscope polarisant, présente quelques difficultés qu'il paraît intéressant de signaler.

» Nous avons d'abord cherché sans succès à utiliser la lumière jaune de la soude si facile à produire et qui peut colorer une flamme de grande surface; on réussit mieux par l'emploi d'une lumière très homogène obtenue par une fente étroite installée sur un spectre pur : la fente avait 1^{mm} sur un spectre de $0^{m},10$ par exemple. Avec un temps de pose variant de cinq à dix minutes pour des clichés de 25^{cmq}, on obtient alors des épreuves d'une grande netteté. La lumière employée était le vert, le bleu ou le violet, et les plaques au gélatinobromure provenaient de M. Lumière.

» On constate que le nombre et la netteté des franges diminuent très vite avec l'élargissement de la fente. Avec une fente un peu large, les clichés reproduisent fidèlement les conditions de symétrie imposées par le genre de dispersion du cristal.

» Pour simplifier l'installation, nous avons cherché à employer la lumière du thallium dans l'étincelle d'induction. L'expérience a fourni des résultats assez contradictoires dont nous donnerons plus loin l'explication. Bien que la lumière du thallium soit très homogène, au moins pour l'effet produit sur les plaques Lumière, les franges sont tantôt nettes et tantôt invisibles. L'étincelle n'étant pas séparée du reste de l'appareil par une fente, l'éclairement se trouvait produit par un point variable dont le déplacement entraîne un mouvement de son foyer conjugué, que les microscopes polarisants produisent dans le voisinage de la lame cristalline.

» Il est, en effet, nécessaire de préciser à quelles conditions on peut employer une source éclairante réduite à un point, mais variable de position, ou encore une source composée de points lumineux indépendants, sans cesser d'avoir des franges nettes et immobiles.

» Lorsqu'on éclaire le microscope avec une source très réduite, il existe un système de franges à peu près nettes à toute distance, au moins entre certaines limites, mais leur position dépend de celle de la source ou de la forme du faisceau des rayons utilisés. Il est aisé de démontrer que, parmi ces systèmes, un seul jouit de la propriété d'être indépendant

de la position de la source ou de la forme du faisceau; c'est celui qui se produit dans le plan focal principal des leutilles projetantes, c'est-à-dire les franges dites *à l'infini*.

» Ainsi, l'on pourra se servir d'une source lumineuse mobile ou de grande surface à la condition de disposer le cliché rigoureusement au foyer principal du système projetant. La difficulté expérimentale n'est, cependant, pas supprimée, car la construction des microscopes ne permet pas la détermination exacte du foyer principal, et les franges conservent, à l'œil, à peu près la même netteté en deçà et au delà dans des limites étendues.

» Pour résoudre le problème, il suffit d'exagérer le mouvement du point lumineux éclairant; le plan principal cherché sera celui où les franges auront le minimum de déplacement.

» En plaçant, par exemple, un carton percé d'un trou, monté sur une lame flexible devant une flamme colorée par la soude, on détermine le plan ou plutôt la surface du minimum de déplacement pour les franges; si l'on supprime alors le carton, les franges apparaissent nettes sans diaphragme, les trépidations habituelles ont disparu, et l'on obtient des clichés d'une grande beauté. Avec la lumière de la soude, les plaques Attout-Tailfer donnent d'excellents clichés de 25^{cmq} pour une pose de dix à quinze minutes.

» Les mêmes remarques s'appliquent à l'emploi de l'étincelle colorée par le thallium.

» On voit maintenant pour quelles raisons l'emploi d'une fente immobile installée sur un spectre pur a donné immédiatement de bons résultats; on voit aussi que les sources lumineuses doivent être fixes, étroitement diaphragmées, et les faisceaux de rayons émis invariables de forme, si l'on veut des résultats nets, sans un réglage rigoureux des clichés au plan focal principal du système projetant.

» Nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie différentes épreuves obtenues par cette méthode, particulièrement une image des courbes isochromatiques continues qui se produisent par l'emploi d'un polariseur et d'un analyseur circulaires et une autre qui représente avec une grande finesse le système compliqué de franges quadrillées que donnent deux sphènes croisés. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la congélation de la viande par les liquides froids*. Note de M. **Th. Schlœsing.**

« Une Commission a été instituée, sous la présidence de M. Berthelot, par le Ministre de la Guerre, pour rechercher les meilleurs moyens de congeler rapidement la viande, et de la conserver à basse température. Elle a dû se préoccuper de l'application à cet usage, dans des circonstances pressantes, des appareils frigorifiques répandus aujourd'hui dans un grand nombre d'établissements industriels. Or, dans la plupart de ces établissements, le froid *est transporté* par un liquide incongelable, par exemple une dissolution de chlorure de calcium, circulant dans une canalisation entre la machine frigorifique et les ateliers ou les appareils qu'il s'agit de refroidir. La question était donc d'employer un tel liquide, le mieux possible, pour congeler la viande.

» Dans l'application du froid à la viande, il faut tout d'abord distinguer deux temps : pendant le premier, aussi court que possible, la viande est congelée dans un appareil spécial; pendant le second, qui peut durer aussi longtemps qu'il sera jamais nécessaire, la viande gelée est emmagasinée dans une chambre où l'on entretient une température de $-4°$. Il ne sera question dans cette Note que des opérations qui concernent le premier temps.

» Le procédé le plus simple serait de plonger dans le liquide la viande protégée par une enveloppe étanche. Mais, quand on opère de la sorte en grand, sur des demi-bœufs ou des veaux, moutons ou porcs entiers, on constate qu'il faut au moins soixante heures pour obtenir une congélation intégrale.

» Si le fluide réfrigérant était de l'air, il serait permis de le mettre en contact direct avec la viande; on pourrait d'ailleurs l'animer d'une certaine vitesse et en faire une sorte de bise glaciale. Il est très facile de faire passer le froid d'un courant liquide à un courant d'air sans avoir recours à ces surfaces étendues et coûteuses par lesquelles on a l'habitude de séparer les fluides, eau, vapeur, gaz, qui doivent échanger de la chaleur; il suffit d'arroser du liquide des fragments de coke entassés dans une tourelle et de forcer l'air à traverser ces fragments. Les échanges thermiques sont alors presque instantanés.

» Ce mode de refroidissement de l'air présente sur les autres l'avantage de supprimer le *givre*. Veut-on refroidir l'air mécaniquement, par com-

pression suivie de détente, son humidité devient une poussière glacée dont il faut le purger. Fait-on circuler l'air à la surface d'appareils tubulaires parcourus à l'intérieur par le liquide froid, les surfaces des appareils se couvrent bientôt d'une couche de glace qui s'oppose aux échanges thermiques. Quand, au contraire, l'air est refroidi au contact direct du liquide, il est en même temps dépouillé par lui de sa vapeur d'eau. Il pourra prendre de l'humidité à la viande; il ne lui en cédera point.

» Mais les échanges thermiques entre l'air et la viande n'ont pas la rapidité et la perfection qui les caractérisent, quand ils se font dans une tourelle à coke, entre un courant d'air et un courant de liquide. Si donc l'air refroidi était incessamment renouvelé, il emporterait avec lui dans l'atmosphère, en pure perte, la majeure partie du froid emprunté au liquide. Il faut que la même masse d'air, renouvelée seulement dans la mesure nécessaire pour atténuer les odeurs, circule du liquide à la viande et de la viande au liquide.

» En définitive, on utilisera convenablement un liquide réfrigérant en suspendant des animaux de boucherie dépouillés des issues dans une enceinte limitée par des parois non conductrices, en installant dans le voisinage immédiat de cette enceinte une tourelle à coke arrosé du liquide froid et en faisant circuler une même masse d'air entre l'enceinte et la tourelle.

» Ce procédé, proposé à la Commission par un de ses membres, va être prochainement expérimenté. Il ne faudrait pas croire que l'emploi de l'air froid, soit pour congeler de la viande, soit pour la maintenir à basse température, fût chose nouvelle. Il est pratiqué en grand dans plusieurs villes, à l'étranger. Il est surtout en usage à bord des navires qui apportent en Europe les viandes de la Plata et de l'Australie. Ce qui est nouveau, croyons-nous, c'est la transmission du froid d'un liquide à l'air par une tourelle à coke, qui est l'appareil le plus simple et le plus parfait qui puisse être employé à cet effet.

» *Description de l'appareil adopté par la Commission.* — Tout d'abord, il a paru avantageux de placer la tourelle à l'intérieur même de l'enceinte contenant les viandes; dès lors, l'enceinte prenait la forme cylindrique, l'espace réservé aux viandes devenant une sorte de corridor circulaire régnant autour de la tourelle.

» Une telle disposition diminue la surface des enveloppes exposées au réchauffement par l'atmosphère ambiante, et supprime toute la canalisation de l'air qu'il aurait fallu installer si la tourelle avait été séparée de

l'enceinte. En plaçant sur la tourelle un ventilateur occupant toute sa section, on peut y fouler l'air, l'obliger à traverser le coke, le faire jaillir au bas de la tourelle en nappe circulaire et uniforme qui remontera dans le corridor en léchant les viandes; l'air sera ensuite saisi de nouveau par le ventilateur, pour recommencer le même parcours.

» La tourelle est un simple cuvier en bois, sans fond. Elle est posée sur des cales en bois, à 20^{cm} au-dessus d'un bassin revêtu de plomb; sur ces cales reposent aussi des madriers formant, avec les lattes qui les relient en travers, la grille qui supporte le coke.

» L'air foulé par le ventilateur traverse la tourelle de haut en bas. En théorie, il serait préférable de lui imprimer une vitesse de sens contraire; mais il sera peut-être nécessaire de donner à l'air une assez grande vitesse, et, dans ce cas, si les courants des deux fluides étaient opposés, le liquide pourrait être contrarié dans sa descente et refoulé par l'air.

» Le liquide est apporté par un tuyau en fer qui s'élève dans l'axe de la tourelle; il passe de là dans des tubes en plomb horizontaux portant un grand nombre de petites tubulures équidistantes; ce sont autant d'orifices qui répartissent le liquide à la surface du coke. Après sa descente, le liquide est recueilli dans le bassin de plomb et évacué par un tuyau qui le conduit à la machine frigorifique.

» Il faut évidemment une ou deux pompes pour forcer la circulation du liquide. A ce sujet, il convient de remarquer que l'arrivée du liquide doit être tellement subordonnée à son évacuation, qu'en aucun cas il ne puisse se produire au fond de la tourelle un trop-plein nuisible à la circulation gazeuse.

» Le chlorure de calcium en usage pour rendre le liquide incongelable imbibe les douves de la tourelle, et suinte çà et là par les joints. Pour préserver les viandes de ce sel, on a revêtu la tourelle d'une chemise en planches qui ne la touche pas.

» L'enceinte est fermée par deux cloisons concentriques en planches, soutenues par des poteaux, et laissant entre elles un intervalle comblé par de la sciure de bois. Le toit présente une construction analogue; seulement, pour faciliter l'accès du ventilateur, on a remplacé le bois, au-dessus de la tourelle, par une pièce cylindrique en fonte qui continue, en quelque sorte, la paroi de la tourelle. Cette pièce est percée d'un grand nombre de larges orifices pour livrer passage à l'air; elle est fermée par deux fonds, entre lesquels on place des paillasses pleines de sciure de bois,

pour éviter le réchauffement par l'extérieur. Elle porte une traverse en fonte sur laquelle est fixé le palier de l'arbre du ventilateur.

» Le corridor circulaire occupé par les viandes est séparé du bassin qui occupe tout le fond de l'enceinte par un plancher à claire-voie à travers lequel s'élève le courant d'air. On y pénètre par une baie munie de deux portes; chaque porte est simplement une tôle serrée sur l'huisserie par des loquets; entre les deux, sont interposées des paillasses à sciure de bois.

» Les viandes à congeler, demi-bœufs ou moutons, porcs entiers, doivent être suspendues par des crocs à des tringles de fer; c'est la manière la plus simple et la plus commode de les disposer. Mais il serait fort malaisé de circuler dans un étroit corridor avec des fardeaux pouvant atteindre 200^{kg}. Il a donc paru nécessaire de relier toutes les tringles de manière à en composer un système tournant, afin que, chaque tringle étant amenée à son tour au-dessus de la porte, il devînt facile d'y suspendre ou d'en décrocher les viandes.

» Les tringles sont des fers carrés, horizontaux, distribués à égales distances, selon les rayons d'une circonférence. Elles sont reliées par deux cercles en fer plat, montées sur roues et engagées sur une petite voie ferrée circulaire; les rails sont portés, l'un par la tourelle, l'autre par la paroi de l'enceinte.

» En vue de simplifier le plus possible les mécanismes, comme il convient dans un appareil d'essai, on a adopté, pour faire mouvoir l'ensemble des tringles, un encliquetage très élémentaire, mû par un long levier qui descend près du sol à portée d'un manœuvre. (Cet encliquetage agit sur l'un des cercles plats qui relient les tringles, lequel porte des morceaux de fer rivés remplissant l'office de dents.)

» L'accrochage des viandes, très pénible quand on le pratique à la manière des garçons bouchers, est facilité par l'emploi d'un moufle ou d'un treuil, dont la corde, armée d'un croc et guidée par un ouvrier monté sur le toit, vient saisir les viandes, soit pour les hisser, soit pour les descendre. Cette corde, pour traverser le toit, passe dans un manchon en fonte, fixé à demeure, et qui peut d'ailleurs être fermé par deux fonds, avec paillasse interposée.

» Les hauteurs de la tourelle et de l'enceinte qui l'enveloppe se trouvent bien déterminées par la plus grande longueur des animaux à congeler, qui est de $2^{m},5$ pour un demi-bœuf. Cette longueur conduit à placer les tringles

à 2^{m},80 environ au-dessus du plancher du corridor, et toutes les autres dimensions verticales sont par là à peu près arrêtées; c'est ce que verra bien quiconque dessinera un projet d'après les données qu'on vient d'exposer.

» La largeur du corridor est aussi bien déterminée. Un demi-bœuf mesure, dans le sens de sa plus grande largeur, au plus 65^{cm} et 35^{cm} dans l'autre sens. En séparant par une distance de 75^{cm} la paroi de l'enceinte du revêtement en planches de la tourelle, on sera assuré de pouvoir disposer des demi-bœufs de façon que leur grande largeur coïncide avec un rayon.

» Il y a plus d'arbitraire en ce qui concerne la largeur de la tourelle et le développement du corridor dont dépend le poids de viandes à congeler en une opération. Provisoirement, on a adopté pour la tourelle un diamètre de 2^{m}; mais l'expérience fera connaître le rapport à observer entre ce diamètre et celui de l'enceinte, et fixera par conséquent l'un et l'autre. Il est à noter, en effet, que le pouvoir réfrigérant, dans l'appareil, croît comme la section de la tourelle, c'est-à-dire comme le carré d'une longueur; tandis que le poids de viandes à congeler croît comme le développement du corridor, c'est-à-dire simplement comme une longueur. Les dimensions les plus convenables de la tourelle et de l'enceinte, dans le plan horizontal, pourront donc être déterminées du moment qu'on connaîtra le meilleur rapport à observer entre la puissance réfrigérante qui dépend du débit et de la température de l'air, et le poids de viandes à congeler en un temps donné. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *L'élasticité active du muscle et l'énergie consacrée à sa création, dans le cas de contraction dynamique*. Note de M. A. **Chauveau**.

« Dans mon étude sur l'élasticité active du muscle en état de contraction statique (*Comptes rendus*, 7 juillet), les démonstrations expérimentales qui m'ont permis d'établir la loi de la création de cette élasticité et de la dépense corrélative d'énergie ont été faites sur une machine simple à l'état d'équilibre. Cette machine, le levier antibrachial, était maintenue immobile par la neutralisation réciproque des deux forces agissant sur lui, c'est-à-dire la résistance représentée par la charge soutenue et la puissance constituée par la force élastique des muscles fléchisseurs, tout particulièrement par celle du biceps brachial, sur lequel mon attention s'est exclusivement concentrée.

» Pour l'étude de l'élasticité musculaire dans le cas de contraction dyna-

mique, je prendrai le même levier antibrachial, non plus en état d'immobilité, mais en *mouvement uniforme* autour de son point fixe et soulevant ou descendant une charge. Cet état de mouvement uniforme ne change rien aux conditions d'équilibre des deux forces appliquées au levier. Elles se balancent incessamment en accomplissant l'une son *travail résistant*, l'autre son *travail moteur*. Il en résulte que dans la contraction dynamique, source de ce dernier travail, se retrouvent exactement les caractères primordiaux assignés à la contraction statique. Ainsi, le muscle biceps, en se raccourcissant graduellement pour soulever une charge à l'extrémité de l'avant-bras, ou en s'allongeant de même pour descendre cette charge, met en œuvre de la force élastique, dont la création est soumise aux mêmes influences fondamentales que l'élasticité active développée par le muscle quand il est employé au soutien fixe de la charge.

» Dans ce dernier cas, *l'échauffement musculaire, indice de la proportion d'énergie consacrée à la création de l'élasticité de contraction, est fonction de la charge soutenue multipliée par le degré de raccourcissement du muscle.* Cet échauffement doit suivre la même loi dans le cas de contraction dynamique. C'est ce que nous avons à vérifier.

» Pour cela, nous déterminerons l'échauffement qui survient dans le biceps pendant l'ascension et la descente d'une charge. Nous conjuguerons toujours les deux mouvements l'un à l'autre, pour neutraliser, par l'effet inverse du travail négatif, l'absorption d'énergie intérieure dont s'accompagne nécessairement le travail positif. De même que dans les expériences sur la contraction statique, il ne sera question que des résultats; je me réserve de faire connaître, dans une Communication spéciale, les conditions qu'il faut réaliser pour les obtenir.

» A. *Influence de la valeur de la charge sur l'échauffement du muscle en contraction dynamique, pour l'exécution d'un travail moteur.* — Dans toutes les expériences, on a fait accomplir à l'avant-bras un mouvement de flexion allant de $-40°$ à $+20°$ et durant une minute, mouvement immédiatement suivi du relâchement graduel des fléchisseurs ramenant, en une minute également, l'avant-bras à la position $-40°$. Parfois, la succession des deux mouvements a été renversée : on a commencé par le travail positif et fini par le travail négatif. Les charges étudiées et comparées ont été : 1^{kg}, 3^{kg}, 5^{kg}. En fusionnant les résultats obtenus dans toutes les expériences sur les différents sujets, on obtient les chiffres suivants :

Charge de 1^{kg}.	Échauffement moyen du biceps	$0°,052$
» 3^{kg}.	»	$0,147$
» 5^{kg}.	»	$0,238$ (1)

(1) Tous les chiffres de cette nouvelle étude sont proportionnellement plus faibles

» Ces résultats reproduisent très sensiblement, quant à la proportion de l'échauffement, ceux qui ont été obtenus dans l'étude du muscle en contraction statique. Conclusion : *Quand un muscle est en contraction dynamique alternativement positive et négative, si l'étendue et la durée de la contraction restent les mêmes dans tous les cas, l'échauffement qu'éprouve l'organe est proportionnel aux charges qu'il entraîne dans son travail moteur.*

» B. *Influence du degré de raccourcissement du muscle sur l'échauffement du tissu musculaire en contraction dynamique pour l'exécution d'un travail moteur.* — Le plus grand nombre de mes expériences ont été exécutées dans les conditions suivantes : l'avant-bras étant toujours chargé d'un même poids, 3^{kg}, on faisait exécuter au sujet deux mouvements de va-et-vient, c'est-à-dire deux montées et deux descentes, chacune de trente secondes de durée, ce qui portait à deux minutes la durée totale du travail du muscle biceps. Ces mouvements étaient accomplis tantôt entre $-20°$ et $0°$, tantôt entre $0°$ et $+20°$; c'est-à-dire que l'avant-bras était inégalement fléchi et que le biceps travaillait sous un état de raccourcissement inégal dans les deux cas. Le levier antibrachial affectait, du reste, dans chaque cas, les mêmes inclinaisons soit au-dessous, soit au-dessus de la ligne horizontale formée par l'avant-bras fléchi à angle droit : condition favorable à la comparaison des expériences, en ce sens que cette condition permettait au biceps d'agir symétriquement sur le levier dans les deux cas d'inégal raccourcissement musculaire. Voici les résultats constatés dans ces expériences :

Travail musculaire entre...	$-20°$ et $0°$	Échauffement moyen du biceps.	$0°,197$
» ...	$0°$ et $+20°$	» .	$0°,265$

» On voit que l'échauffement est sensiblement supérieur dans le dernier cas. *Le même travail moteur peut donc entraîner une plus grande dépense d'énergie quand le muscle travaille sous un état de raccourcissement plus prononcé.*

» D'autres expériences ont eu pour but d'introduire un troisième terme dans la comparaison des effets produits par l'influence de raccourcissements musculaires différents. On a comparé le travail moteur accompli par le biceps déplaçant une charge de 4^{kg} : entre $-40°$ et $-16°$, entre $-16°$ et $+5°$, enfin entre $+5°$ et $+27°$. Ces différents degrés de flexion ont été choisis, parce qu'ils entraînent, pour le biceps, des degrés régulièrement croissants de raccourcissement. En effet :

La flexion	$-40°$	correspond à un raccourcissement....	1
»	-16	»	2
»	$+5$	»	3
»	$+27$	»	4

» On a, dans ce cas encore et pour chaque phase, fait exécuter au sujet seulement deux mouvements de va-et-vient de l'avant-bras, c'est-à-dire deux montées et deux

---

que ceux de la précédente. Ceci n'a aucune importance. La différence résulte de l'emploi d'une autre méthode pour apprécier l'échauffement *relatif* du biceps dans les divers cas étudiés.

descentes, de trente secondes de durée chacune. Il importe beaucoup de ne point dépasser ce nombre de mouvements. Je dirai pourquoi dans une étude ultérieure. Les résultats des expériences instituées dans ces nouvelles conditions sont indiqués ci-dessous :

Travail musculaire entre..	-40° et -16°	Échauffement moyen du biceps..	$0^{\circ},126$
» ..	-16 et $+5$	» ..	$0,204$
» ..	$+5$ et $+27$	» ..	$0,285$

» Il résulte de ces chiffres que la loi de l'influence du degré de raccourcissement musculaire, sur l'échauffement du muscle en contraction dynamique, reproduit exactement celle qui traduit cette même influence dans le cas de contraction statique : *Quand un muscle exécute un travail moteur uniforme, l'échauffement musculaire est proportionnel au degré de raccourcissement sous lequel l'organe accomplit son travail.*

» La symétrie parfaite qui, sous l'influence des changements de charge ou de raccourcissement musculaire, se manifeste dans les variations de l'énergie, quand le muscle fait du travail statique ou du travail moteur, implique une symétrie semblable dans les variations de la force élastique créée par cette énergie. Il est superflu de chercher à le prouver directement. Mais la détermination théorique de cette force élastique, dans le cas de contraction dynamique, va mettre à notre disposition de nouveaux moyens de démontrer le parallélisme suivant lequel se développent simultanément l'élasticité active du muscle et l'énergie créatrice de cette élasticité.

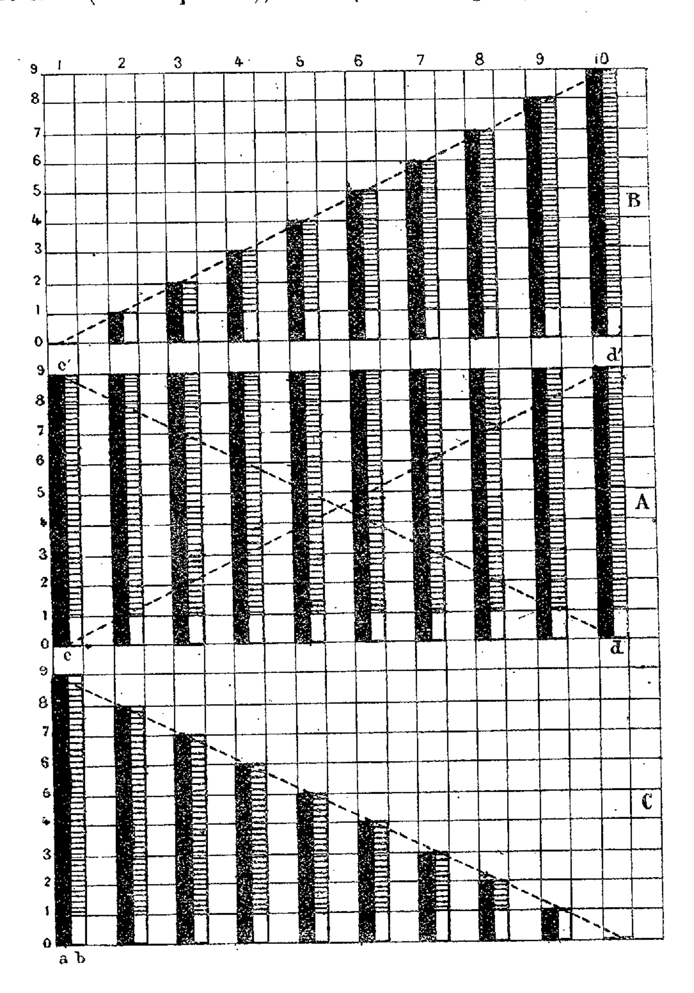
» C. *Comparaison de l'élasticité active du muscle dans le cas de contraction dynamique et dans le cas de contraction statique.* — Considérons un muscle tendu par une charge constante et raccourci comme 9, d'une manière fixe, par une contraction statique, dont nous supposerons la durée divisée en dix temps égaux. Pendant chacun de ces temps, la force élastique du muscle sera proportionnelle à son raccourcissement. Par conséquent, on peut, comme on l'a fait dans le schéma A (*voir* la figure), représenter le raccourcissement du muscle, *a*, et son élasticité active, *b* [1], par des colonnes couplées de même hauteur, 9, dont l'ensemble forme le parallélogramme $cd'dc'$. Que si le muscle, au lieu d'être en raccourcissement fixe et permanent, emploie les dix temps de son activité à faire du travail moteur positif, pendant lequel l'organe passe graduellement du raccourcissement zéro au raccourcissement 9, la force élastique, comme le raccourcissement, passera aussi de la valeur zéro à sa valeur maximum 10, c'est-à-dire qu'elle sera représentée par la partie du parallélogramme A située au-dessous de la diagonale *cd*, qui partage ce parallélogramme en deux triangles égaux. Donc, cette force élastique de la contraction dynamique est exactement la moitié de celle qui résulte de la contraction statique correspondante. C'est exactement la même chose, mais en sens inverse, quand le muscle, au lieu de faire du travail positif, exécute du travail négatif. Le parallélogramme A, coupé en deux parties

---

[1] La partie claire, placée à la base de la colonne *b*, figure l'*élasticité effective;* la partie striée en travers, l'*élasticité virtuelle.*

égales par la diagonale $c'd'$, forme, comme dans le premier cas, deux triangles rectangles, dont l'inférieur représente la force élastique créée pendant que le muscle, primitivement raccourci comme 9, revient graduellement au raccourcissement zéro en faisant du travail négatif.

» On a isolé en B (travail positif), en C (travail négatif), les figures triangulaires



dont la surface, comparée à celle du rectangle A, donne la mesure respective de l'élasticité active du muscle dans les cas de travail statique et de travail mécanique entraînant le même raccourcissement de l'organe. Ces figures montrent bien que, dans le cas qui est ici considéré, c'est-à-dire quand le muscle part du raccourcissement zéro, ou y aboutit, en accomplissant son travail moteur, l'élasticité active est exactement la moitié de celle qui se développe dans le muscle en contraction statique correspondante. Mais on peut avoir à comparer des cas dans lesquels le raccourcissement du muscle ne commence pas à zéro. La valeur de l'élasticité dynamique n'en est

pas moins toujours la moitié de la somme des valeurs prises par l'élasticité statique dans les deux états de raccourcissement entre lesquels oscille le muscle pour accomplir son travail moteur.

» Cette proposition a une véritable importance, parce qu'elle en entraîne une équivalente en ce qui regarde la dépense d'énergie qu'exige la création de l'élasticité de contraction. La démonstration de cette proposition équivalente peut donc servir également de preuve à la première. Voyons cette démonstration.

» D. *Comparaison de l'énergie mise en jeu dans les cas de contraction statique et de contraction dynamique correspondante.* — J'ai consacré à cette comparaison un très grand nombre d'expériences qui étaient exécutées en trois temps : dans le premier temps, je déterminais l'échauffement produit dans le biceps par le soutien fixe d'une charge, l'avant-bras étant à la position angulaire — 40°; le deuxième temps était consacré à la détermination de l'échauffement qui survenait quand le poids était soutenu à + 20°; enfin, dans le troisième et dernier temps, on s'employait à la mesure de l'échauffement causé par le passage de l'avant-bras de l'angle — 40° à l'angle + 20° et de l'angle + 20° à l'angle — 40°, ou inversement. La charge soutenue ou entraînée a été le plus souvent 3^{kg}, très rarement 5^{kg}. Dans les deux cas de soutien fixe, la contraction durait deux minutes; elle avait la même durée avec le travail moteur : une minute pour la montée, une minute pour la descente. C'est surtout dans ce cas qu'il faut éviter de multiplier le nombre des mouvements; autrement on introduit dans le problème un nouvel élément qui en fausserait la solution (il sera étudié à part).

» Quand on s'est mis à l'abri des causes d'erreur, voici les résultats donnés par les expériences :

Soutien fixe à.........	— 40°	Échauffement moyen du biceps.	0°,075
»	+ 20°	»	0,200
Montée et descente entre	— 40° et + 20°	»	0,120

» Ce dernier chiffre se rapproche de celui qui est indiqué par la théorie. Pourtant il lui est sensiblement inférieur. Provisoirement, je négligerai le déficit; je ne veux pas le mettre cependant au compte des écarts possibles dans des expériences de ce genre. Il trouvera son explication plus tard. Il ne saurait, en tout cas, empêcher d'admettre l'une des plus utiles démonstrations de la présente étude : à savoir que *l'élasticité active d'un muscle, passant, par l'effet d'une contraction dynamique, d'un certain état de raccourcissement à un autre, représente la moyenne de l'élasticité active possédée par le muscle dans chacun de ces deux états statiques.*

» Voici, en résumé, les conclusions qui s'imposent sur cette nouvelle étude :

» 1° *La force élastique employée, dans le cas de contraction dynamique, à faire équilibre aux résistances constituées par les charges que le raccourcissement ou l'allongement musculaires font monter ou descendre, d'un mouve-*

ment uniforme, représente sensiblement la moyenne de l'élasticité active possédée par le muscle maintenu en contraction statique dans les deux positions extrêmes entre lesquelles s'accomplissent les changements de longueur de l'organe.

» 2° *Cette élasticité active du muscle occupé à faire du travail moteur subit les mêmes influences que la force élastique employée au soutien fixe des charges (travail statique).*

» *Ainsi (a) comme celle-ci, celle-là est fonction de la charge ou de la résistance, multipliée par le raccourcissement musculaire.*

» *(b) L'énergie, source de cette élasticité dynamique, se traduit par un échauffement qui est proportionnel à cette dernière et qui, partant, peut aussi se montrer fonction de la charge mise en mouvement multipliée par le degré de raccourcissement du muscle.*

» *(c) La distinction entre l'élasticité effective et l'élasticité virtuelle trouve également sa raison d'être dans le cas de contraction dynamique. L'élasticité effective est proportionnelle à la charge entraînée; l'élasticité virtuelle, au degré du raccourcissement musculaire.*

» *(d) Enfin le rapport de l'élasticité ou de l'énergie effectives à l'élasticité ou à l'énergie totales est inversement proportionnel à ce degré de raccourcissement du muscle.*

» *D'où il résulte que le soulèvement d'une charge par un muscle qui se contracte graduellement entraîne une création d'élasticité et une consommation corrélative d'énergie croissant de plus en plus à mesure que le muscle se raccourcit davantage. Par exemple, un muscle passant du raccourcissement zéro au raccourcissement* 10, *en soulevant, d'un mouvement uniforme, une charge quelconque, consommera, pendant l'accomplissement de ce mouvement, une proportion d'énergie qui variera de zéro à* 10, *pour créer l'élasticité musculaire nécessaire à l'exécution du travail.*

» Il n'y a pas une seule de ces propositions qui ne trouve sa démonstration, non seulement dans les faits que j'ai annoncés, mais encore dans les résultats fournis par les expériences antérieures, sinon dans les recherches de J. Béclard, qui sont défectueuses, au moins dans celles de Meyerstein et Thiry, Heidenhain, A. Fick, B. Danilewsky, Nawalichin, Blix, etc., sur les muscles isolés de la grenouille. Je le montrerai dans ma publication intégrale. »

M. le Général **Menabrea** entretient de nouveau l'Académie de la proposition faite par l'Académie des Sciences de Bologne, au sujet du méridien initial et de l'heure universelle, et s'exprime ainsi :

« La Conférence télégraphique internationale, ayant été saisie d'un Mémoire ayant pour titre : « Exposé des raisons appuyant la transaction » de l'Académie des Sciences de Bologne au sujet du méridien initial et » de l'heure universelle », a émis, dans la séance plénière du 17 juin, le vœu suivant :

» La Conférence télégraphique internationale, tout en ne se reconnaissant pas compétente pour trancher la question du méridien initial devant fixer l'heure universelle,

» Applaudit aux efforts de l'Académie royale des Sciences de l'Institut de Bologne pour trouver une solution qui concilie tous les intérêts;

» Et émet le vœu que ce projet trouve bientôt sa réalisation et qu'on arrive, enfin, à l'unification dans la mesure du temps.

» Ce vœu ayant été porté après examen du susdit Mémoire, dont un exemplaire avait été distribué préalablement à tous les Membres de la Conférence, voici, dans le but d'éviter tout malentendu dans une question qui touche à de graves intérêts de nature internationale, le texte même de la transaction, tel qu'il se trouve en tête de l'*Exposé* (p. 9-10) :

» L'Académie des Sciences de Bologne suggère, d'abord, qu'on s'en tienne, en ce qui regarde les *limites* de l'unification, soit des heures, soit des longitudes, aux propositions mêmes de la France en 1884, à savoir :

» **1.** Statu quo, c'est-à-dire *libre usage du méridien national* dans la Marine, l'Astronomie, la Topographie et la Cartographie locale;

» **2.** Double graduation — d'après le méridien national et l'international — dans la Cartographie géographique générale, pour faire ainsi servir l'enseignement même de la Géographie à rappeler et nourrir conjointement l'amour de la patrie et celui de l'humanité;

» **3.** Application de l'heure du méridien initial — *conjointement avec l'heure locale* — à la Télégraphie, au profit non moins du commerce et des relations internationales que des observations scientifiques;

» **4.** Enfin, pour ce qui est du choix du méridien initial, l'Académie des Sciences de Bologne demande qu'on veuille bien prendre en considération les raisons alléguées, dans le Rapport ci-après, en faveur du méridien de *Jérusalem,* celle surtout tirée de la coïncidence logique des longitudes, employées comme mesure du temps, avec l'ensemble de la chronologie en usage chez tous les peuples civilisés. Quant à la double graduation, l'une en lignes noires, l'autre en lignes rouges ou en pointillé, suggérée pour la Cartographie géographique générale, c'est là, évidemment, une mesure à introduire peu à peu, au fur et à mesure qu'on éditera de nouvelles Cartes.

» Partant, l'Académie des Sciences de Bologne suggère de fait *qu'on n'innove rien*

de ce qui se pratique aujourd'hui, mais qu'on se borne à *ajouter sur les dépêches télégraphiques,* à côté de l'heure locale de la station, soit du départ, soit de l'arrivée, l'heure du méridien de Jérusalem. Le rapport entre cette heure et celle de chaque localité étant constamment le même, il en résulterait l'avantage qu'une fois ce rapoort connu, on constaterait immédiatement, *avec la durée de la transmission, l'instant exact, en temps local,* de n'importe quel fait indiqué sur les dépêches comme venant d'arriver.

» Ce progrès, que la Turquie suggérait dès 1872, dans la Conférence télégraphique internationale de Rome, n'entraînerait aucun embarras pour les administrations ni aucune confusion pour le public, et pourrait être facilement réalisé du jour au lendemain. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Boillot adresse une Note relative à l'emploi de l'ozone produit par l'effluve électrique, pour combattre les maladies épidémiques.

(Commissaires : MM. Pasteur, Duclaux.)

M. Chavée-Leroy adresse, par l'entremise de M. Chatin, une Note sur le mildew de la vigne.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume portant pour titre : « Cinq Traités d'Alchimie des plus grands philosophes (Paracelse, Albert Legrand, Roger Bacon, Raymond Lulle, Arnaud de Villeneuve), traduit du latin en français par M. *Alb. Poisson* ». (Présenté par M. Arm. Gautier.)

2° Le sixième fascicule des *Illustrationes Floræ insularum maris Pacifici,* par M. *E. Drake del Castillo.* (Présenté par M. Duchartre.)

M. le général Menabrea fait hommage à l'Académie, de la part du Ministre de l'Instruction publique d'Italie, du premier Volume d'une édition nationale des Œuvres de Galilée, qui se publie sous les auspices de

S. M. le Roi Humbert, et sous la direction du savant professeur Antonio Favaro. Cette édition n'est pas mise dans le commerce; le premier Volume comprend les travaux de Galilée avant son arrivée à Padoue, et contient plusieurs écrits jusqu'à ce jour inédits; les autres Volumes paraîtront successivement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires ordinaires.* Note de M. CELS, présentée par M. Darboux.

« Soit l'équation différentielle linéaire ordinaire

$$z^{(n)} + az^{(n-1)} + bz^{(n-2)} + \ldots + lz = 0,$$

où $a, b, \ldots, l$ sont fonctions seulement de la variable indépendante.

» Je considère n solutions $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ formant un système fondamental; soit le déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} \xi_1 & \xi_2 & \ldots & \xi_n \\ \xi'_1 & \xi'_2 & \ldots & \xi'_n \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \xi_1^{(p-1)} & \xi_2^{(p-1)} & \ldots & \xi_n^{(p-1)} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \xi_1^{(n-1)} & \xi_2^{(n-1)} & \ldots & \xi_n^{(n-1)} \end{vmatrix},$$

où les indices supérieurs désignent des ordres de dérivation.

» Je considère la $p^{\text{ième}}$ ligne $\xi_1^{(p-1)}, \xi_2^{(p-1)}, \ldots, \xi_n^{(p-1)}$, et les n fractions obtenues en prenant successivement pour numérateurs les mineurs de Δ correspondant aux éléments de cette ligne, et pour dénominateur le déterminant Δ. Ces n expressions sont solutions d'une équation différentielle d'ordre n, qu'on peut former avec les coefficients et les dérivées des coefficients de l'équation E. Soit E_1 cette équation mise sous la même forme que E; je dirai que E_1 est l'équation correspondant à la $p^{\text{ième}}$ ligne du déterminant fondamental de E.

» L'intégration complète ou partielle de E_1 permet de simplifier l'intégration de E. C'est une généralisation de la méthode de l'équation adjointe de Lagrange, qui est, comme on le sait, l'équation correspondant à la dernière ligne du déterminant fondamental de E.

» Je vais montrer, en outre, qu'il est possible d'imaginer une méthode

rappelant celle qu'a donnée Laplace pour les équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre.

» Soit E l'équation donnée; prenons l'équation correspondant à la dernière ligne du déterminant fondamental de E. Soit E_1; puis l'équation correspondant à la première ligne du déterminant fondamental de E_1; soit E_2; opérons sur E_2 comme sur E_1, et ainsi de suite.

» Nous formerons une suite infinie

$$E, \quad E_1, \quad E_2, \quad \ldots, \quad E_{2n}$$

ou

$$E_i = z^{(n)} + a_i z^{(n-1)} + \ldots + l_i z = 0.$$

» Si z_{2n} désigne une solution de E_{2n} et z une solution de E, on a

$$z = \frac{1}{l_1}\frac{d}{dt}\frac{1}{l_3}\cdots\frac{d}{dt}\frac{1}{l_{2n-1}}\frac{d}{dt}z_{2n},$$

ce qui montre que, lorsqu'on connaît une solution de l'équation E_{2n}, on peut en déduire une solution de E. Un cas intéressant est celui qui se présente lorsque, dans la suite correspondant à l'équation E, on retrouve une équation identique à E.

» Si, par exemple, la première équation identique à E est E_{2n+1}, on établit facilement que, dans la suite, il y a une équation qui a la propriété d'être identique à son adjointe de Lagrange; si cette première équation est E_{4n+3}, on établit que, dans la suite, il y a une équation qui a la propriété d'être identique à l'équation correspondant à la première ligne de son déterminant fondamental.

» Enfin, si cette équation est E_{2n}, la suite est périodique, et l'on peut généralement intégrer la proposée par des quadratures.

» On montre, en effet, que l'équation

$$sz = \frac{1}{l_1}\frac{d}{dt}\frac{1}{l_3}\cdots\frac{d}{dt}\frac{1}{l_{2n-1}}\frac{d}{dt}z$$

ou

$$H(z) = sz$$

a, pour une valeur numérique convenable de s, une solution commune avec l'équation E.

» En exprimant cette condition, on a une équation algébrique en s de degré n. Comme on peut former l'équation du premier degré admettant la solution commune, on voit qu'on aura les n solutions par n quadratures si

les racines de l'équation en s sont différentes. S'il y a des racines multiples, on traitera ce cas comme cas limite. La méthode se modifierait si, pour une même valeur de s, l'équation

$$H(z) = sz$$

admettait plusieurs solutions communes avec E; je n'ai pas complètement élucidé ce cas.

» J'ai cherché les conditions nécessaires et suffisantes pour que $E = E_{2n}$. Voici le résultat pour le second ordre :

» Il faut et il suffit que

$$a_1 + a_3 + \ldots + a_{2n-1} = \text{const.},$$
$$b_1 b_3 \ldots b_{2n-1} = \text{const.}$$

» Dans le $n^{\text{ième}}$ ordre, une des conditions nécessaires est

$$l_1 l_3 \ldots l_{2n-1} = \text{const.}$$

» Je termine en faisant remarquer qu'il n'est pas nécessaire de prendre la dernière et la première ligne comme base de correspondance; beaucoup d'autres combinaisons fourniraient des suites ayant les mêmes propriétés au point de vue de l'intégration de la proposée. »

OPTIQUE. — *Méthode de mesure de la différence de phase des composantes rectangulaires d'une réfraction lumineuse.* Note de M. **Bouasse**, présentée par M. Mascart.

« On peut facilement généraliser les méthodes employées jusqu'ici pour mesurer la différence de phase qui existe entre les deux composantes rectangulaires d'un faisceau polarisé, par exemple pour étudier l'action d'un miroir métallique.

» 1° On remplace le compensateur de Babinet par un cristal quelconque, d'épaisseur continûment variable, satisfaisant à la condition que les sections principales soient parallèles en tous les points pour l'incidence normale. On augmente ainsi le nombre de franges susceptibles d'être déplacées par un phénomène, tel que la réflexion métallique; les mesures indépendantes sont plus nombreuses et les erreurs systématiques diminuées. Le cristal pouvant avoir un petit déplacement angulaire accidentel,

on diminue l'erreur correspondante en le choisissant très mince; c'est à tort que les compensateurs de Babinet sont ordinairement construits avec deux lames épaisses de quartz.

» 2° On remplace le compensateur de Bravais par une lame cristalline quelconque, à faces parallèles, ce qui revient à éclairer un microscope polarisant par de la lumière polarisée et réfléchie par un miroir.

» Il vaut mieux diminuer le champ du microscope et employer un cristal un peu épais; la direction du faisceau parallèle éclairant sera rigoureusement déterminée par des repères convenables; le cliché sera placé exactement au foyer principal de la lentille projetante.

» Ce ne sont là que des extensions notables des méthodes jusqu'ici employées. On peut les transformer complètement.

» 3° Un faisceau rectilignement polarisé tombe sur une lentille; au foyer conjugué de la source lumineuse se trouve le miroir. Le faisceau divergent réfléchi traverse une nouvelle lentille qui reconstitue un faisceau parallèle sur lequel on dispose un cristal d'épaisseur continûment variable, convenablement orienté, que l'on vise avec un analyseur.

» Les avantages de la méthode sont de n'utiliser qu'une portion très petite du miroir (quelques millimètres carrés), et de fournir d'un seul coup tous les phénomènes compris dans un espace angulaire notable (20° à 30°). Il est inutile de diaphragmer et l'on n'a pas de pertes de lumière; on peut éloigner le miroir des appareils, ce qui permet de le soumettre à différentes modifications. Pour les corps transparents, une seule photographie donnerait le phénomène de la réflexion dans toute l'étendue utile.

» 4° On reçoit un faisceau polarisé convergent sur un miroir; les rayons réfléchis traversent un cristal à faces parallèles, une lentille, un nicol, et l'on observe au foyer principal de la lentille.

» Dans le cas actuel, la définition des angles d'incidence est plus exacte, mais on est forcé de diaphragmer le cristal, d'utiliser une portion plus grande du miroir et enfin de rapprocher beaucoup les lentilles des miroirs, si l'on veut un champ d'une étendue notable (20° à 30°).

» Toutes ces méthodes ont été soigneusement étudiées par la Photographie. Cette opération s'effectuait, suivant les indications de M. Mascart, avec de la lumière très homogène obtenue par une fente installée sur un spectre pur. Pour définir exactement la direction des rayons employés, il est nécessaire d'adjoindre à l'appareil principal une petite lunette visant la source lumineuse. D'autre part, en même temps que les franges, on photographie des traits de repère.

» La troisième méthode me paraît la plus avantageuse, et je me propose de l'appliquer à l'étude de différents problèmes de réflexion. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des tensions de vapeur des dissolutions.* Note de M. GEORGES CHARPY, présentée par M. A. Cornu.

« La mesure des tensions de vapeur des dissolutions présente une grande importance au point de vue de l'étude des équilibres à l'état dissous et de la détermination des poids moléculaires (méthode de M. Raoult). Malheureusement, la méthode barométrique, employée par M. Raoult dans ses belles recherches, nécessite des appareils compliqués et des manipulations très longues pour éliminer les gaz dissous.

» J'ai cherché à appliquer à cette mesure les procédés employés pour déterminer la tension de la vapeur d'eau dans l'atmosphère. La méthode à laquelle je me suis arrêté, comme donnant les résultats les plus précis, est celle de l'hygromètre à condensation. La solution à étudier est placée dans une éprouvette, à la partie supérieure de laquelle est suspendu un petit hygromètre à condensation ([1]). On laisse l'espace se saturer de vapeur, ce qui s'effectue rapidement si l'on a soin de diminuer la pression, et l'on détermine le point de rosée. Si l'on connaît la loi de variation de la tension de vapeur du dissolvant avec la température, on en déduit immédiatement la tension de la solution à la température de l'expérience. Les expériences de Regnault donnent les tensions de vapeur d'un nombre de liquides largement suffisant dans la plupart des cas.

» Cette méthode peut servir, en quelque sorte, de complément à la méthode barométrique. La précision est d'autant plus grande que la tension à mesurer est plus faible. On détermine toujours, en effet, la température du point de rosée avec la même approximation, qui est d'environ $\frac{1}{10}$ de degré. La tension de vapeur s'en déduira avec une exactitude d'autant plus grande que la variation de tension correspondant à cet intervalle

---

([1]) J'ai employé, pour ces mesures, un petit hygromètre de forme spéciale, construit par la maison Alvergniat. Le dépôt de rosée se fait sur un cylindre métallique refroidi par de l'éther, comme dans l'hygromètre de Regnault; mais, au-dessus et au-dessous de la partie refroidie, le cylindre se rétrécit, ce qui permet d'y placer des anneaux métalliques de même diamètre, pour former contraste pendant le dépôt de rosée.

de température sera plus faible, c'est-à-dire que le liquide sera moins volatil, et la température plus basse. En pratique, il ne faut pas chercher à abaisser la température au delà de certaines limites, car il se produit des retards à la condensation, qui gênent beaucoup l'observation du point de rosée. On obtient de bons résultats en opérant avec de l'eau aux environs de 0°, et la variation de $\frac{1}{10}$ de degré correspond alors à une variation de tension de $\frac{4}{100}$ de millimètre.

» Enfin, ce procédé peut s'appliquer à des liquides qui attaquent le mercure (solutions contenant de l'iode, par exemple), pour lesquels on ne peut employer la méthode barométrique. »

CHIMIE. — *Sur les lois de Berthollet*. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Berthelot.

« Les lois de Berthollet, si utiles aux chimistes, présentent plusieurs exceptions; c'est pourquoi on cherche à rattacher les phénomènes de statique chimique aux théories de Physique générale qui se sont développées dans ces dernières années. Faisant connaître la notion d'affinité élective et choisissant pour mesure de cette affinité la chaleur dégagée par l'union des bases avec les solides [1], M. Berthelot est parvenu à expliquer l'inaction de l'ammoniaque sur le chlorure de calcium dissous et l'inaction de la potasse sur le cyanure mercurique [2].

» Il convient toutefois d'ajouter que, selon certains chimistes, ces inactions ne sont point contraires aux lois de Berthollet, parce que l'ammoniaque, étant un gaz dissous, est susceptible d'être déplacée par une base fixe et que, dans le deuxième cas, la nature du dissolvant est modifiée par la formation du cyanure de potassium. D'autres savants, M. Lothar Meyer en particulier [3], rejettent toute relation entre les données thermiques et l'affinité. J'ai cherché dans la Chimie organique une contribution à l'étude des phénomènes de Statique.

» *Action des bases sur les sels dissous.* — On sait que la pyridine, l'aniline, la nicotine, alcaloïdes solubles et peu volatils, ne précipitent pas les sels de chaux. Ce sont des exceptions manifestes à l'une des lois de Berthollet.

---

[1] *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 658.

[2] *Ibid.*, t. II, p. 548 et 694.

[3] *Les théories modernes de la Chimie,* trad. par Bloch.

Je vais d'abord établir que ces exceptions ne dépendent pas de la nature minérale ou organique des bases mises en présence.

» En effet, au point de vue chimique, la diisobutylamine, base très peu soluble dans l'eau, bouillant à 135°, se rapproche de la chaux; comme celle-ci, la diisobutylamine est chassée de ses sels par la potasse, mais elle précipite les sels magnésiens. Le rapprochement se poursuit au point de vue thermique :

1 molécule de chaux diss. + HCl diss. dégage	14^{Cal}
1 molécule de diisobutyl. diss. + HCl diss. dégage	$13^{Cal},15$

» Si donc les doubles décompositions dépendent de l'affinité et non de la nature des bases, les sels de diisobutylamine ne seront pas décomposés par une solution de pyridine, d'aniline ou de nicotine. C'est ce que j'ai vérifié pour le sulfate et le chlorhydrate de cette base, après m'être assuré que la solubilité de la diisobutylamine n'est pas sensiblement altérée par la présence dans l'eau d'un des alcaloïdes précités.

» *Affinité élective.* — Considérons la chaleur de formation des chlorhydrates formés par certaines bases incapables de déplacer la diisobutylamine. Ces bases étant prises à l'état liquide, l'acide étendu d'eau et en excès, j'ai trouvé pour la formation de :

	Cal
1 molécule de chlorhydrate de potasse dissous......	5,35
1 » » d'aniline..............	8
1 » » de quinoléine	6,80

» Ces faibles chaleurs de formation rapprochent les bases précédentes des oxydes des métaux usuels. L'action comparative de ces alcaloïdes et des oxydes métalliques sur les sels de magnésie confirme ce rapprochement.

» On est ainsi conduit à séparer les bases organiques ou minérales en deux groupes principaux : l'un comparable aux alcalis, l'autre aux bases métalliques. Le groupement établi par rapport à un acide donné s'applique généralement aux autres acides, mais non forcément, et l'on peut résumer ainsi ce qui précède :

» Quand une base alcaline et une base faible se trouvent simultanément en présence d'un acide, l'affinité de la base forte paraît seule entrer en jeu, de sorte que les sels de la base forte ne sont pas décomposés par la base faible, quels que soient le degré de solubilité et la nature des bases en

présence, les deux bases engendrant des sels solubles. Les lois de Berthollet sont alors en défaut.

» Au point de vue thermique et comme première approximation, la précédente remarque prendra la forme suivante :

» Quand, par leur union avec un même acide, deux bases dégagent des quantités de chaleur *très différentes,* le sel formé avec le plus grand dégagement de chaleur ne sera pas décomposé par la base faible, *quel que soit le sens attribué à la réaction par les lois de Berthollet.*

» Dans cette étude, j'ai mesuré les chaleurs dégagées dans les conditions mêmes de l'expérience; c'est-à-dire que, ayant opéré sur des dissolutions, j'ai mesuré les chaleurs dans l'état dissous, un sel en dissolution n'étant pas nécessairement identique au même sel pris en dehors du liquide dissolvant.

» La division des bases en deux groupes ne suffit pas à faire prévoir toutes les réactions des corps dissous; il est, en effet, évident que l'ammoniaque, qui agit sur les sels magnésiens, et qui est totalement déplacée par la chaux, est le type d'une catégorie intermédiaire entre la chaux et la magnésie. Le Tableau suivant indique une subdivision des bases en catégories de même ordre, vers la température de 15° :

Premier groupe.

1° Ordre alcalin...........	Soude, potasse.
2° Ordre alcalino-terreux..	BaO, StO, CaO, pipéridine, etc.
3° Ordre ammoniacal......	Diisobutylamine, triéthylamine, ammoniaque, etc.
4° Ordre de comparaison...	Magnésie, nicotine (1re basicité).

Second groupe.

5e Ordre.................	Protoxydes, aniline, etc.
6e Ordre.................	Sesquioxydes, quinoléine, etc.

» Ce tableau, établi par rapport à l'acide chlorhydrique, est applicable à tous les acides pour lesquels le sel primitif et le sel qui a tendance à se former sont tous deux solubles [1].

» *Conclusions.* — 1° On peut subdiviser les bases en catégories de même ordre indépendamment de leur nature.

» 2° En s'en tenant à deux groupes principaux, l'un comprenant les bases assez fortes pour précipiter le chlorure de magnésium, l'autre composé par les bases faibles, incapables de déplacer la magnésie, on trouve que :

» Un sel dissous formé par une base forte n'est pas décomposé par une base faible, tandis qu'un sel constitué par une base faible est décomposé par une base forte, quelles que soient la solubilité et la nature des deux bases, si le sel qui tend à prendre naissance est soluble [1].

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les nitrites doubles du rhodium* [2]. Note de M. E. LEIDIÉ, présentée par M. Troost.

« Les réactions exercées par les azotites alcalins sur les chlorures des métaux du platine ont été étudiées par Claus, Lang et Gibbs. Les contradictions que j'ai relevées dans les Mémoires de ces auteurs, les erreurs que j'y ai constatées m'ont conduit à reprendre leurs travaux dans le cas particulier des combinaisons du rhodium.

» *Nitrite de rhodium et de potassium :* $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(KO, AzO^3)$. — Pour préparer ce sel, on porte à l'ébullition une dissolution de sesquichlorure de rhodium (ou de chlorure double de rhodium et de potassium) légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique et diluée de façon à ne pas renfermer plus de 5^{gr} de rhodium par litre, puis l'on y ajoute, par petites portions à la fois, de l'azotite de potassium jusqu'à ce que la dissolution soit complètement décolorée et qu'elle commence à se troubler; il faut surtout éviter d'employer un excès d'azotite alcalin, condition facile à réaliser en ayant soin que la dissolution conserve jusqu'à la fin une réaction légèrement acide. On laisse refroidir pour que la précipitation du sel qui commence à chaud se complète par le refroidissement; on lave le précipité à l'eau froide et on le sèche à 105°.

» Ce sel possède la formule

$$Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(KO, AzO^3);$$

il se présente sous forme de cristaux blancs microscopiques, n'exerçant aucune action sur la lumière polarisée; il est presque insoluble dans l'eau froide, très peu soluble dans l'eau bouillante, complètement insoluble dans

---

(1) Le chlorure d'argent qui tendait à se former par le contact de Ag^2O avec un chlorure dissous est insoluble et par conséquent en dehors des cas que nous avons étudiés : c'est pourquoi nous n'avons pas inscrit cet oxyde à côté des alcalis.

(2) Ce travail a été effectué au laboratoire de Recherches de l'École Normale supérieure.

un excès d'azotite de potassium et dans des dissolutions renfermant 30 pour 100 de chlorure de potassium ou 50 pour 100 d'acétate de potassium ; il est insoluble dans l'alcool. Il est décomposable par les acides minéraux concentrés, lentement à froid, rapidement à chaud. Attaqué par l'acide chlorhydrique concentré et chaud, il donne naissance au chlorure double $Rh^2Cl^3, 3KCl, 3HO$: ce sel, obtenu jadis par Claus, est décomposable par l'eau en chlorure de potassium et en un autre chlorure double $Rh^2Cl^3, 2KCl$, qui est le seul stable, le seul que l'on puisse reproduire par le mélange des deux chlorures dissous dans l'eau.

» *Nitrite de rhodium et de sodium :* $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(NaO, AzO^3)$. — On le prépare, comme le sel de potassium, au moyen du nitrite de sodium et d'une dissolution de sesquichlorure de rhodium (ou de chlorure double de rhodium et de sodium) renfermant 40^{gr} environ de rhodium par litre. On additionne la liqueur refroidie de son volume d'alcool à 90 pour 100 ; le nitrite se précipite entraînant des traces de chlorure alcalin ; on le redissout dans dix fois environ son poids d'eau, et l'on additionne le liquide de son volume d'alcool à 90 pour 100 ; le précipité est séché et redissous dans l'eau ; il cristallise par évaporation dans le vide sec.

» Ce nitrite double a pour formule $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(NaO, AzO^3)$; il est en cristaux blancs assez volumineux qui agissent sur la lumière polarisée ; il est soluble dans deux fois et demie son poids d'eau à 17°, et dans une fois environ son poids d'eau bouillante ; il est insoluble dans l'alcool. Sa solubilité dans l'eau permet de constater que ces nitrites doubles ne possèdent plus les propriétés générales du métal fondamental : ainsi, il n'est précipité ni à froid ni à chaud par la soude ou le carbonate de soude ; la potasse, l'ammoniaque et les carbonates de ces bases en précipitent, non du sesquioxyde de rhodium, mais les nitrites doubles correspondants qui prennent naissance à cause de leur insolubilité. Cependant l'hydrogène sulfuré et le monosulfure de sodium, lentement à froid, rapidement à chaud, en précipitent du sesquisulfure de rhodium. Enfin, il donne par double décomposition avec les sels de potassium et d'ammonium les nitrites doubles correspondants ; les acides minéraux l'attaquent facilement, surtout à chaud : avec l'acide chlorhydrique, on obtient le chlorure double $Rh^2Cl^3, 3NaCl, 18HO$.

» *Nitrite de rhodium et d'ammonium :* $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(AzH^4O, AzO^3)$. — Ce sel ne peut être préparé directement comme les deux précédents, à cause de la décomposition des nitrites sous l'influence de la chaleur en

présence des sels ammoniacaux. On l'obtient par double décomposition en traitant le nitrite de rhodium et de sodium par le chlorure d'ammonium, les deux sels étant employés en quantités équivalentes et en solutions neutres et refroidies.

» Il a pour formule $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(AzH^4O, AzO^3)$. C'est une poudre blanche, composée de cristaux microscopiques, n'exerçant aucune action sur la lumière polarisée ; il est presque insoluble dans l'eau froide, très peu soluble dans l'eau bouillante, complètement insoluble dans les dissolutions concentrées de chlorure ou d'acétate d'ammonium; il est insoluble dans l'alcool. Les acides minéraux concentrés l'attaquent comme le sel de potassium : avec l'acide chlorhydrique, on obtient le chlorure double $Rh^2Cl^3, 3AzH^4Cl, 3HO$.

» *Nitrite de rhodium et de baryum :* $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(BaO, AzO^3)12HO$. — On le prépare comme les sels correspondants de potassium et de sodium, en employant le nitrite de baryum et une dissolution de sesquichlorure de rhodium renfermant environ 20^{gr} de rhodium par litre; le sel cristallise en partie par refroidissement, en partie par évaporation du dissolvant; on le fait recristalliser dans l'eau bouillante qui l'abandonne par refroidissement.

» Il possède la formule $Rh^2O^3, 3AzO^3, 3(BaO, AzO^3)12HO$; il perd complètement ses 12 équivalents d'eau à 110°; il constitue des cristaux blancs assez volumineux, agissant sur la lumière polarisée, solubles dans 50 fois leur poids d'eau à + 16° et dans 6 fois et demie leur poids d'eau bouillante. L'acide chlorhydrique concentré et froid le transforme en un mélange de sesquichlorure de rhodium et de chlorure de baryum que l'on ne peut faire cristalliser sous forme d'un chlorure double défini; on peut par ce moyen, en précipitant le baryum par l'acide sulfurique employé en quantité calculée, obtenir du sesquichlorure de rhodium exempt d'alcali. Comme le nitrite correspondant de sodium, il fait double décomposition avec certains sels de potassium et d'ammonium; comme lui, il ne possède pas les propriétés des autres sels de rhodium : ainsi, la baryte ne le précipite ni à chaud ni à froid, la soude et le carbonate de soude en précipitent de la baryte ou du carbonate de baryte, mais pas de sesquioxyde de rhodium, à cause de la formation du nitrite double de rhodium et de sodium.

» Les propriétés de ces nitrites doubles sont précieuses en analyse; celles du nitrite double de rhodium et de potassium notamment peuvent

être utilisées pour extraire le rhodium à l'état de pureté, le séparer des autres métaux du platine, le doser dans ses combinaisons : ces trois points de vue seront développés dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons du camphre avec les phénols et leurs dérivés*. Note de M. **E. Léger**, présentée par M. Troost.

« Divers chimistes ont examiné l'action du camphre sur les phénols ([1]). Pour M. Buffalini, qui n'a opéré que sur le phénol ordinaire, il se formerait une combinaison qu'il n'a pas isolée cependant; pour les autres, il s'agirait de mélanges ou de dissolutions. Il résulte de mes recherches que le camphre produit avec les phénols de véritables combinaisons, que leur grande instabilité, leur facile dédoublement par la chaleur, par les dissolvants ou par les alcalis, ont fait prendre pour de simples mélanges.

» J'ai réussi, en effet, à isoler quelques-unes de ces combinaisons à l'état cristallisé, ce qui tranche la question en ce qui les concerne.

» Beaucoup d'autres, il est vrai, sont liquides et ne présentent pas de propriété susceptible d'affirmer aussi nettement leur nature de composés définis; celle-ci me paraît néanmoins ressortir de faits nombreux que je résumerai brièvement : 1° le camphre et les phénols s'unissent dans des rapports simples pour former les corps liquides en question, ce qui n'aurait pas lieu en cas de dissolution; 2° ces liquides, lorsqu'ils sont solidifiés par le froid, donnent des cristallisations dont les portions formées successivement présentent toutes la même composition; les composants s'y trouvant en quantités proportionnelles à leurs poids moléculaires; 3° l'introduction des phénols dans les solutions alcooliques de camphre diminue de près de moitié le pouvoir rotatoire de ce dernier; 4° les dédoublements si faciles qui ont fait hésiter sur la nature de ces liquides s'observent également pour les combinaisons cristallisées analogues.

» On prépare les composés en question en fondant dans des ballons bouchés les quantités théoriques des deux corps à combiner. Pour l'analyse de ces produits, j'ai dû recourir à la méthode polarimétrique; j'indiquerai ailleurs les précautions à prendre pour obtenir ainsi des résultats satisfaisants. Je décrirai brièvement les composés que j'ai obtenus.

([1]) Buffalini, *Fenol canforato* (*Gazetta med. Ital. Lomb.*, 8 novembre 1873). — Desesquelles, *Arch. de Pharm.*, septembre 1888, janvier et mai 1889. — Paskris et Obermayer, *Pharmaceutische Post*, novembre 1888.

» Le *phénol monocamphré* $C^{12}H^6O^2, C^{20}H^{16}O^2$ est un liquide incolore qui ne cristallise que vers — 23°; sa densité à 0° est 1,0205, son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = + 20°$. Une faible quantité d'eau le décompose partiellement, un grand excès en sépare du camphre.

» Le *phénol hémicamphré* $2C^{12}H^6O^2, C^{20}H^{16}O^2$ est liquide et incolore, il ne se solidifie pas à — 50°. Sa densité à 0° = 1,040, $[\alpha]_D = + 10°,5$. Il se combine à 1 équivalent de camphre pour donner le phénol monocamphré; mais, si on lui ajoute 1 équivalent de phénol, ce dernier ne fait que s'y dissoudre, et le liquide, refroidi à — 25°, se sépare nettement en phénol hémicamphré et phénol. Ces faits nous prouvent, en outre, l'existence du phénol hémicamphré comme combinaison définie.

» La *résorcine monocamphrée* $C^{12}H^6O^4, C^{20}H^{16}O^2$ cristallise en lamelles rectangulaires larges et minces. Elle est hygroscopique. Une petite quantité d'eau la change en un liquide sirupeux incolore, un grand excès la décompose avec précipitation de camphre. Elle fond vers + 29°, mais peut rester longtemps suspendue à + 15°. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool à 95° et à la dilution d'un demi-équivalent par litre est $[\alpha]_D = + 22°,5$.

» La *résorcine bicamphrée* $C^{12}H^6O^4, 2C^{20}H^{16}O^2$ est un liquide sirupeux, incolore, donnant vers 0° de gros cristaux hexagonaux. Densité = 1,0366 à + 15°, $[\alpha]_D = + 25°,9$.

» L'*α-naphtol camphré* $C^{20}H^8O^2, C^{20}H^{16}O^2$ est liquide, sirupeux, légèrement coloré, non solidifiable à — 16°. Il n'est pas décomposé sensiblement par l'eau. Densité à 0° = 1,0327, $[\alpha]_D = + 10°,5$. Les cristaux de naphtol α qui se déposent de leur dissolution dans l'α-naphtol camphré sont des prismes courts, appartenant, d'après M. Wyrouboff [1], à la symétrie orthorhombique. Ceci est contraire à ce qu'a publié M. Groth [2], qui considère l'α-naphtol comme clinorhombique.

» Le *β-naphtol camphré* $3C^{20}H^8O^2, 5C^{20}H^{16}O^2$, bien que possédant une composition différente, ressemble beaucoup au corps précédent. Il est liquide. Densité à 0° = 1,0396, $[\alpha]_D = + 22°,5$. Il peut dissoudre du naphtol β, lequel se dépose sous forme de tables d'assez grande dimension.

» L'*acide salicylique camphré* $C^{14}H^6O^6, 2C^{20}H^{16}C^2$ forme une masse blanche ayant l'aspect et le toucher du savon. Au microscope, cette masse, parfaitement homogène, est composée d'aiguilles longues et minces, souvent recourbées en boucles. Ce composé fond vers 60°. L'eau, même bouillante, ne le décompose que partiellement. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool à 95°, à la dilution d'un quart d'équivalent par litre, est $[\alpha]_D = + 27°,3$.

» Le *salol camphré*, bien que je n'aie pu déterminer exactement sa composition, me paraît exister comme combinaison. Cela me semble résulter de ce fait que le pouvoir rotatoire du camphre dans l'acétone est notable-

---

(1) Wyrouboff, *Sur la forme cristalline des deux naphtols* (*Bull. Soc. min.*, t. XIII; 1890).

(2) Groth, *Pogg. Ann.*, t. LXVI, p. 38; 1870, et *Lieb. Ann. der Ch. und Phys.*, t. CLII, p. 288; 1874.

ment abaissé par la présence du salol. On l'obtient en fondant équivalents égaux des deux corps. On a ainsi un liquide incolore, ne se solidifiant que vers $+7^\circ$. Le salol peut cristalliser dans le salol camphré en cristaux volumineux dont le développement est souvent irrégulier, mais qui dérivent d'un prisme orthorhombique. C'est ce qui résulte des mesures effectuées par M. Wyrouboff, qui m'a remis à ce sujet la Note suivante :

» La symétrie des cristaux est orthorhombique, et la forme primitive » dérive d'un prisme de 91° 50′ avec le rapport des axes

$$0,9634 : 1 : 0,6971.$$

» Les faces observées sont : h^1 (100), g^1 (010), $b^{\frac{1}{2}}$ (111), a_3 (211). La face » g^1 est toujours la plus développée et donne aux cristaux l'apparence de tables plus ou moins épaisses : $b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}}$ (sin a^1) $= 121^\circ$; $a_3 a_3$ (sin a^1) $= 148^\circ 24'$; » $b^{\frac{1}{2}} h^1 = 120^\circ 34'$; $a_3 h^1 = 105^\circ 44'$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hexachlorhydrine de la mannite.* Note de M. **Louis Mourgues**, présentée par M. Armand Gautier.

« Au cours de recherches sur les sucres, que je poursuis depuis longtemps, j'ai été amené à reprendre l'étude de l'action du perchlorure de phosphore sur la mannite.

» Il y a une dizaine d'années, un savant allemand, Bell [1], en même temps qu'il signalait la formation d'acide dichloro-muconique par l'action du perchlorure de phosphore sur les acides mucique et saccharique, décrivait sous le nom de *mannito-tétrachlorhexine* une huile qu'il obtenait en chauffant de la mannite avec le perchlorure de phosphore et entraînant le produit de la réaction au moyen de la vapeur d'eau. J'ai repris l'étude de cette réaction, et il m'a été impossible, du moins jusqu'à présent, de reproduire la substance à laquelle M. Bell attribue la formule $C^6H^6Cl^4$.

» Les produits qui se forment dans cette réaction sont nombreux : d'abord des substances huileuses que Bell prit pour un corps défini et qui ne sont en réalité qu'un mélange de plusieurs dérivés chlorés et oxygénés de la mannite ou de la mannitane. A côté de ces substances, sur lesquelles je reviendrai prochainement, il se forme une petite quantité d'un corps cris-

---

(1) Bell, *D. Chem. Gesel.*, t. XII, p. 1273.

tallisé, sur lequel je demande la permission d'attirer aujourd'hui l'attention de l'Académie. Ce corps est l'hexachlorhydrine de la mannite $C^6H^8Cl^6$.

» *Préparation.* — On traite la mannite (300gr) par le PCl^5 (2100gr), en présence d'un peu d'oxychlorure, on chauffe à reflux au bain d'huile, plusieurs heures, *sans jamais dépasser* 145°. Lorsque le dégagement de HCl a cessé, on distille l'oxychlorure toujours sans dépasser 145°.

» On obtient ainsi un sirop presque incolore que l'on verse par petites fractions dans l'eau glacée. On soumet alors ce mélange à l'entraînement par la vapeur d'eau. Le premier litre enlève les substances huileuses, ainsi qu'une partie du corps cristallisable. Les deuxième, troisième et quatrième litres entraînent presque exclusivement la mannite hexachlorhydrique qui passe d'abord sous forme huileuse, mais qui ne tarde pas à cristalliser sous l'eau. On sépare ce corps de quelques impuretés en l'essorant à la trompe et en le faisant cristalliser dans la ligroïne. Quant aux huiles qui passent les premières, on les décante, on les dissout dans l'éther, on filtre, on évapore l'éther et l'on fractionne le résidu dans le vide de dix minutes en dix minutes; le tout passe de 140° à 180°. La petite fraction 170°-180° amorcée avec un cristal du corps précédent se prend en masse; on l'essore, et l'on obtient ainsi une nouvelle quantité du corps $C^6H^8Cl^6$. Les rendements sont extrêmement faibles; pour les proportions indiquées plus haut, on obtient à peine 1gr ou 1gr,5 au plus d'éther hexachlorhydrique.

» *Propriétés.* — L'hexachlorhydrine de la mannite est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'éther, la benzine, le chloroforme, la ligroïne, etc., peu soluble dans l'alcool.

» L'éther de pétrole l'abandonne sous la forme de petites écailles blanches, nacrées, légères, inodores, fondant à 137°,5 (appareil Maquenne) en se volatilisant en grande partie. Ce corps bout sous 0m,03 vers 180°-185°. Le poids spécifique déterminé sur la substance cristallisée par fusion est égal à 2,060. En solution dans la benzine et à la température de 20°, il possède un pouvoir rotatoire de $[\alpha]_D = +18°32'$. Les alcalis, même concentrés et à l'ébullition, ne le dissolvent pas. L'acide sulfurique le dissout à chaud, mais il se reprécipite par refroidissement.

» Ce corps répond à la formule $C^6H^8Cl^6$ comme l'indiquent les analyses suivantes :

	I.	II.	III.	IV.	Calcul pour $C^6H^8Cl^6$.
C pour 100...........	24,81	24,84	»	»	24,57
H »	3,11	2,94	»	»	2,73
Cl »	»	»	71,32	71,90	72,69

» Le poids moléculaire, déterminé par la méthode de M. Raoult, a été trouvé égal à 278, chiffre suffisamment voisin de 293, poids moléculaire

théorique pour $C^6H^8Cl^6$. Cette substance répond sans doute à la constitution théorique :

$$CH^2Cl(CHCl)^4CH^2Cl.$$

» Je me propose de revenir sur les produits qui l'accompagnent, et d'appliquer la même réaction à la dulcite et à la sorbite pour obtenir les hexachlorhydrines isomères, si, toutefois, l'isomérie de ces sucres tient à une différence dans la position des oxyhydriles et n'est pas d'ordre purement géométrique [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux dérivés du β-pyrazol. Contribution à l'étude des éthers nitriques.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Friedel.

« On sait depuis longtemps que certains éthers nitriques ne peuvent être saponifiés sans destruction complète par les alcalis, surtout en présence d'alcool; j'ai moi-même signalé ce fait que la nitro-inosite, au contact de la potasse alcoolique, donne exclusivement de l'azotite de potassium et des produits colorés de l'ordre des oxyquinones, qui prennent évidemment leur origine dans une oxydation de l'inosite régénérée.

» La production de nitrites dans ces réactions étant un fait général, il était à supposer que les éthers nitriques tendent à se convertir, sous l'influence des alcalis, en éthers nitreux isomériques, dérivés d'un alcool bitertiaire renfermant le groupe divalent $C(OH)^2$.

» Une pareille transformation se conçoit sans difficulté par la migration d'un atome d'oxygène dans le groupement nitrique $CH(AzO^3)$, devenu $C(OH)(AzO^2)$. Si l'on saponifie un pareil corps, l'alcool rendu libre se déshydrate aussitôt et se change en une acétone, donnant ainsi un exemple remarquable d'oxydation par l'action seule des alcalis.

» La forme du groupe $C(OH)(AzO^2)$ est aussi celle des composés nitrés, dont M. Franchimont admet la production transitoire dans l'oxydation nitrique des alcools; les expériences que j'ai entreprises à ce sujet montrent que, dans un cas au moins, il est préférable de les envisager comme des éthers oxynitreux.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. le Professeur A. Gautier, à la Faculté de Médecine de Paris.

» Pour vérifier cette manière de voir, j'ai cherché un mode de traitement des éthers nitriques qui permît, en liqueur alcaline, de constater leur dédoublement en azotites et en acétones; j'y ai réussi en faisant usage, comme agent de saponification, de l'ammoniaque; si l'on part d'un éther orthodinitrique, l'acide nitrotartrique ordinaire, par exemple, additionné d'une aldéhyde quelconque, on obtient, sous l'action de ce réactif, des composés β-pyrazoliques en tout semblables à ceux qui se forment dans les mêmes conditions avec les α-diacétones libres.

» La réaction s'effectue en traitant une solution aqueuse d'acide nitrotartrique par la quantité d'aldéhyde correspondante et un excès d'ammoniaque : la température s'élève, et, dans certains cas, entre autres avec l'aldéhyde ordinaire, il se sépare, après quelques minutes, une masse cristalline qui n'est autre que le sel ammoniacal d'un acide β-pyrazol 4-5 dicarbonique. Toujours on obtient l'acide libre, sous la forme d'un précipité cristallin, quand on sature la liqueur ammoniacale refroidie par l'acide chlorhydrique; il se produit alors un dégagement d'acide nitreux, ce qui montre que l'acide nitrotartrique s'est comporté ici comme l'aurait fait l'éther dinitreux symétrique de l'acide dioxytartrique.

» D'ailleurs l'acide dioxytartrique donne naissance aux mêmes réactions, et l'on obtient aussi aisément les acides pyrazol-dicarboniques dont je viens de parler en portant à l'ébullition un mélange de dioxytartrate de sodium, d'aldéhyde et d'ammoniaque en excès : ils se déposent alors à l'état de sels de sodium peu solubles. Cette circonstance achève d'établir la transformation prévue de l'acide nitrotartrique en acide dioxytartrique et azotite d'ammonium sous l'action de l'ammoniaque.

» Je décrirai seulement les deux premiers termes de la série des acides β-pyrazol-dicarboniques, les seuls dérivés carboxylés connus jusqu'à présent des glyoxalines.

» *Acide β-pyrazol 4-5 dicarbonique* (*glyoxaline dicarbonique*) $C^5H^4Az^2O^4$. — Obtenu par l'aldéhyde méthylique en solution ammoniacale, ce corps offre l'aspect d'une poudre blanche composée de fines aiguilles ou d'octaèdres microscopiques. Presque insoluble dans l'eau, il donne des sels alcalins et alcalino-terreux peu solubles, quoique cristallisables; les autres sels sont des précipités généralement amorphes : les dérivés monométalliques sont seuls bien définis :

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	38,59	38,46
Hydrogène	3,02	2,56
Azote	17,85	17,95

» La distillation sèche le transforme intégralement en acide carbonique et glyoxaline (β-pyrazol) $C^3H^4Az^2$, ce qui établit la formule de structure suivante, conforme à la théorie :

$$
\begin{array}{l}
CO^2H-C-Az \\
\quad\quad\;\; \| \quad\;\; \| \\
CO^2H-C \quad CH. \\
\quad\quad\quad\; \diagdown\diagup \\
\quad\quad\quad\; AzH
\end{array}
$$

» *Acide* 2 *méthyl* β-*pyrazol* 4-5 *dicarbonique* $C^6H^6Az^2O^4 + H^2O$. — Ce corps s'obtient par l'aldéhyde ordinaire avec une extrême facilité, l'acide tartrique pouvant en fournir environ 50 pour 100 de son poids. Peu soluble, même à chaud, il cristallise en belles aiguilles blanches, brillantes, qui ne commencent à se déshydrater que vers 130° et ne perdent complètement leur molécule d'eau qu'à 170°.

» Les sels monométalliques alcalins ou alcalino-terreux cristallisent aisément; ils sont fort peu solubles et ne renferment plus d'eau de cristallisation.

» La chaleur dédouble ce corps en glyoxaléthyline $C^4H^6Az^2$ et acide carbonique (trouvé, 46,42 pour 100; théorie, 46,81).

» Enfin l'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Eau	9,36	9,57
Carbone	38,12	38,30
Hydrogène	4,29	4,26
Azote	15,04	14,89

» On a préparé de la même manière, au moyen de l'aldéhyde amylique et de l'aldéhyde benzoïque, les acides isobutylglyoxaline-dicarbonique et phénylglyoxaline-dicarbonique; la réaction paraît donc générale, au moins en ce qui concerne les aldéhydes primaires à fonction simple : les différents corps qui en résultent seront décrits plus tard dans un Mémoire détaillé.

» Tous ces acides, évidemment bibasiques par constitution, ne semblent donner que des sels monométalliques. Cette particularité tient sans doute à la présence, dans leur molécule, du noyau pyrazol fortement basique, qui sature l'une des fonctions acides du produit; d'ailleurs, cette fonction basique est complètement masquée, et il a été impossible d'unir les acides glyoxaline-dicarboniques à l'acide chlorhydrique ou de préparer leurs chloroplatinates.

» La facilité extrême avec laquelle ils se transforment en glyoxalines donne un nouveau mode de préparation de ces bases qui est infiniment plus avantageux que les procédés classiques en usage.

» Je me propose d'étendre ces recherches aux différents éthers nitriques

de la série grasse et aussi d'étudier l'action des autres bases ammoniacales sur l'acide nitrotartrique ou ses analogues. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Nouvelles recherches sur la division des cellules embryonnaires chez les Vertébrés.* Note de M. **L.-F. Henneguy**, présentée par M. Chauveau.

« Dans ses recherches sur la fécondation et la division cellulaire chez l'*Ascaris megalocephala,* M. Ed. van Beneden a appelé l'attention sur un élément particulier qu'il a désigné sous le nom de *sphère attractive* et qu'il considère comme un organe permanent de toute cellule au même titre que le noyau. Le savant professeur de Liège a reconnu que toute sphère attractive procède d'une sphère antérieure, que sa division précède celle du noyau cellulaire, et il fait jouer un rôle important au corpuscule central de la sphère attractive, corpuscule qui dirigerait la division du noyau et de la cellule. Les faits avancés par M. Ed. van Beneden ont été confirmés par M. Boveri chez le même *Ascaris*, par MM. Vialleton, Vejdowsky et Garnault chez d'autres Invertébrés et en partie seulement par MM. Rabl et Kölliker chez les Amphibiens.

» Les observations que j'ai faites, en employant une technique spéciale ([1]), m'ont permis de retrouver, dans les cellules de segmentation de l'œuf de la Truite, les sphères attractives (*archoplasma* de Boveri) avec leur corpuscule central (*centrosome* de Boveri), et d'en suivre l'évolution. Les cellules que j'ai examinées appartenaient à des germes en voie de segmentation, depuis le stade XVI jusqu'au moment de la formation de la couche enveloppante.

» Dans toutes les cellules, on trouve deux sphères attractives placées en général vis-à-vis de chaque extrémité du grand axe du noyau. Chaque sphère est formée par une petite masse de protoplasma très finement granuleux, renfermant en son centre un amas de granulations plus grosses et ayant pour les matières colorantes plus d'affinité que le reste du protoplasma : cet amas central constitue le centrosome. Autour de la sphère attractive, le protoplasma cellulaire présente une disposition rayonnante très nette.

([1]) Cette technique, que j'exposerai dans un Mémoire plus étendu, consiste essentiellement dans l'association du permanganate de potasse et de la safranine pour la coloration des pièces.

» Chaque sphère attractive est le centre de formation de l'aster, qui apparaît à chaque pôle du noyau avant toute modification de celui-ci, ainsi que je l'avais déjà établi en 1882. Pendant que se constituent l'amphiaster et le fuseau achromatique, dont les rayons vont pénétrer dans l'intérieur du noyau pour aller se fixer sur les chromosomes, les centrosomes subissent déjà une modification; chacun d'eux s'allonge perpendiculairement au grand axe de l'amphiaster.

» Après la division de la plaque équatoriale, le centrosome allongé de chaque aster se sépare en deux moitiés, qui s'éloignent l'une de l'autre, en restant unies pendant quelque temps par des filaments achromatiques très distincts et très pâles; les deux nouveaux centrosomes filles s'entourent d'une petite zone protoplasmique claire, de laquelle rayonnent de fines stries granuleuses, et deviennent ainsi les centres de deux nouvelles sphères attractives. Le système achromatique formé par les deux centrosomes, entourés de leurs sphères attractives, est contenu dans l'intérieur de l'aster dilaté, au milieu duquel viendra se reconstituer le noyau fille aux dépens des chromosomes. Le noyau fille n'est encore représenté que par les chromosomes indépendants dont l'ensemble constitue le dyaster de Flemming, alors que ses deux futures sphères attractives existent déjà toutes formées.

» A un stade plus avancé de la cytodiérèse, le noyau fille formé par les chromosomes, devenus vésiculeux et granuleux, vient se placer entre les deux sphères attractives filles, et, bientôt après, ce nouveau noyau entre en division.

» Mes observations confirment donc entièrement, pour les Vertébrés, celles de MM. Ed. van Beneden et Boveri, faites sur l'*Ascaris megalocephala*. Elles sont en contradiction avec celles de MM. Rabl et Kölliker sur un point : l'existence constante de deux sphères attractives et de deux centrosomes pour chaque noyau, tandis que ces auteurs admettent que la sphère attractive, unique dans la cellule à l'état de repos, ne se dédouble qu'au moment de la cytodiérèse. Cette contradiction peut s'expliquer, je crois, facilement.

» Il est important de remarquer, en effet, que, dans le germe de la Truite, la division cellulaire est très active, et que la période de repos de chaque cellule est de très courte durée. Or, on sait que si, dans la cytodiérèse normale, la division du corps cellulaire suit immédiatement la division du noyau, ces deux phénomènes, généralement liés l'un à l'autre, peuvent être indépendants, comme cela s'observe, par exemple, dans le

sac embryonnaire des Phanérogames et la parablaste des Poissons osseux. Il me semble logique d'admettre qu'il peut en être de même de la division de la sphère attractive et du noyau. Lorsque la cytodiérèse est active, les centrosomes et les sphères attractives se divisent de très bonne heure avant la reconstitution des noyaux filles; si, au contraire, une période de repos assez longue sépare deux diérèses successives d'une cellule, le centrosome et la sphère attractive restent indivis, pour ne se diviser que plus tard et déterminer la karyodiérèse [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Crustacés des sebkhas et des chotts d'Algérie.* Note de MM. **Raphael Blanchard** et **Jules Richard**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'exploration méthodique des lacs d'eau douce a fait connaître des faits si intéressants, relativement à la distribution géographique des animaux inférieurs, en particulier des Crustacés, qu'il était très désirable d'étendre les recherches de ce genre à des bassins intérieurs différant des premiers par la composition chimique de leurs eaux.

» Les lacs salés devaient attirer l'attention des naturalistes : leur abondance en Algérie et la facilité relative avec laquelle on peut actuellement les explorer nous ont déterminés à en aborder l'étude. On connaît déjà les Poissons qui vivent dans ces lacs; on sait aussi qu'il s'y trouve quelques Crustacés (*Phyllopodes, Cypris bispinosa*, etc.). Mais à cela se bornaient nos connaissances : on était donc en droit de supposer que, à côté de ces êtres de taille relativement considérable, il se trouvait toute une série de formes plus petites, qui avaient échappé jusqu'alors aux investigations. En effet, les nombreuses pêches au filet fin que nous avons pu faire dans le nord de la province d'Oran et dans la région saharienne qui s'étend de Biskra à Temacin, nous ont révélé l'existence d'une faune très variée et présentant un grand intérêt.

» L'analyse chimique des eaux que nous avons explorées a été faite déjà par plusieurs ingénieurs, notamment par M. Ville; il était donc superflu de recommencer cette étude. Mais, comme le degré de salure des sebkhas et des chotts subit de très grandes variations suivant la saison, il nous a semblé néanmoins indispensable de déterminer à quel degré de concentration se trouvaient les eaux au moment de la pêche. Dans ce but,

[1] Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

nous avons fait usage d'un procédé permettant un dosage extemporané des chlorures.

» Il ne sera question ici que des Crustacés branchiopodes et copépodes. Dans un travail plus détaillé seront décrits tous les êtres qui peuplent ces eaux (Insectes, Ostracodes, Diatomées, etc.).

» Phyllopodes. — L'*Artemia salina* est très abondante dans la grande sebkha d'Oran et dans le lac de la Sénia; on la retrouve à Temacin, ville située à 680^{km} de ce premier point et à 385^{km} de Gabès, point maritime le plus proche. Le *Branchipus pisciformis,* qui se rencontre à Biskra, est nouveau pour la faune algérienne.

» Cladocères. — Des Crustacés de ce groupe ont été rencontrés dans le nord de la province d'Oran : *Daphnia magna,* dans le lac de Gharabas, près de Sainte-Barbe-du-Tlélat, et une espèce du genre *Moina,* dans le lac de la Sénia. Ces deux mêmes espèces se retrouvent à Biskra, en compagnie du *Macrothrix hirsuticornis,* d'une *Alona* et du *Chydorus Letourneuxi;* ce dernier n'était connu jusqu'à présent que de Tunisie. Dans le chria Tiyounin kébir, situé près de Sidi Yahia, à environ 150^{km} au sud de Biskra, nous trouvons, d'autre part, une *Daphnella* et une variété de l'*Alona tenuicaudis.*

» Copépodes. — Les résultats les plus intéressants de notre étude sont assurément relatifs à la distribution géographique des Copépodes, ainsi qu'à la découverte de plusieurs formes nouvelles.

» Les lacs de la province d'Oran ne renferment que le *Diaptomus salinus* et le *Mesochra Blanchardi;* ces deux espèces paraissent être très répandues, puisqu'on les retrouve dans diverses localités de l'Oued Rir et jusqu'à Temacin. Le *Diaptomus salinus* n'a été constaté jusqu'à présent qu'en Algérie et en Hongrie; dans ce dernier pays, il n'habite également que les eaux salées.

» Neuf autres espèces de Copépodes sont particulières à la région saharienne comprise entre Biskra et Temacin. Les *Cyclops pulchellus* et *diaphanus* vivent à Biskra. Le *Cyclops æquoreus,* espèce très rarement observée et connue seulement d'Angleterre et de Madère, a été rencontré à Nza ben Rzig, à près de 400^{km} de la mer : il se trouve donc dans des conditions bien différentes de celles où on l'a observé jusqu'ici, puisqu'il ne semblait vivre que dans des flaques d'eau de mer ou saumâtre, au voisinage immédiat de la mer. Un quatrième *Cyclops,* voisin du *C. strenuus,* a encore été rencontré à Chegga, à 51^{km} au sud de Biskra. Enfin un autre *Cyclops* accompagne la *Daphnella* dans le chria Tiyounin kébir.

» La famille des *Harpacticidæ,* représentée déjà en Algérie par le *Mesochra Blanchardi,* se voit augmentée de quatre espèces nouvelles pour la Science : ce sont, d'une part, un *Canthocamptus* provenant du chott de Sidi Yahia; d'autre part, un *Mesochra,* un *Laophonte* et un *Dactylopus* recueillis dans le chria Tiyounin kébir.

» Les genres *Laophonte* et *Dactylopus* n'ont été rencontrés jusqu'ici que dans la mer. Il est intéressant de constater leur présence, non seulement dans les eaux salées ayant une composition très différente de celle des eaux de la mer, mais encore dans des localités très éloignées des côtes ([1]).

([1]) A la liste qui précède, nous pouvons ajouter encore trois espèces de Phyllo-

» En résumé, à part quelques Phyllopodes, tous les Crustacés dont il est question dans la présente Note sont nouveaux pour la faune algérienne. Les recherches spéciales que nous résumons ici prouvent que la faune de notre grande colonie africaine est encore très imparfaitement connue, malgré les importants travaux dont elle a déjà été l'objet. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les réactifs colorants des substances fondamentales de la membrane*. Note de M. **L. Mangin**, présentée par M. Berthelot.

« L'emploi des matières colorantes en Anatomie végétale n'a pas fait jusqu'ici l'objet de recherches méthodiques. Bien que la liste des réactifs utilisés dans les études microscopiques s'accroisse chaque jour, l'absence de données précises sur leur composition, leurs propriétés chimiques, ainsi que sur les conditions de leur action, rend très aléatoires les vérifications des résultats annoncés.

» Dans les recherches que j'ai entreprises sur la membrane, je me suis proposé de comparer l'action des matières colorantes à leur composition chimique et de vérifier, par l'analyse chimique des tissus, les résultats fournis par les réactifs colorants. Je crois qu'en définissant rigoureusement la nature et le mode d'action de ces réactifs, on peut constituer une méthode d'analyse qualitative microscopique des tissus, destinée à remplacer les procédés de coloration empiriques employés maintenant dans les recherches anatomiques.

» Dans cette Note, je m'occuperai seulement de la fixation des réactifs colorants sur les substances fondamentales que j'ai distinguées dans la membrane dite *cellulosique* des végétaux [1] : *composés pectiques, callose, cellulose;* cette fixation ayant lieu, sans mordançage, dans un milieu neutre, alcalin ou acide.

» Les diverses matières colorantes de la série aromatique peuvent être divisées en deux catégories : l'une est formée de combinaisons dans lesquelles le colorant basique est uni à divers acides minéraux ou organiques; l'autre est constituée par des colorants acides employés à l'état de sels alcalins.

---

podes recueillies à Laghouat par M. le Dr Ch.-H. Martin, qui a bien voulu nous les transmettre. Ce sont : *Apus cancriformis, Branchipus pisciformis* et *Estheria Mayeti*. Cette dernière espèce n'était encore connue qu'en Tunisie.

[1] *Comptes rendus,* octobre 1889, mars 1890.

» Les substances de la première catégorie se fixent avec une énergie variable sur les composés pectiques et manifestent ainsi la fonction acide de ces composés; elles ne colorent pas la callose ni la cellulose. Je signalerai notamment les composés suivants : *groupe azoïque:* le brun vésuvien, la chrysoïdine; *groupe diphénylméthane :* l'auramine; *groupe triphénylméthane :* les bleus Victoria, le bleu de nuit, la fuchsine, le violet de Paris, le violet Hoffmann, etc.; puis tous les colorants du *groupe oxazine :* bleu de naphtylène, bleu de Nil; du *groupe thionine :* bleu de méthylène; du *groupe eurhodine :* rouge neutre; du *groupe safranine :* bleu neutre, phénosafranine, safranine extra, rosolane, rouge de Magdala. L'affinité de ces substances pour les composés pectiques est très inégale, d'ailleurs faible, car la présence d'un excès d'acide, de la glycérine, suffit pour amener plus ou moins rapidement la décoloration des tissus.

» La deuxième catégorie, formée de sels alcalins, renferme un grand nombre de substances qui ne colorent jamais les composés pectiques; par contre, beaucoup d'entre elles se fixent sur la cellulose et la callose et manifestent ainsi la basicité de ces derniers corps, basicité déjà connue et utilisée depuis longtemps en ce qui concerne la cellulose. Dans cette catégorie, deux groupes nous intéressent seulement : le groupe azoïque et le groupe triphénylméthane.

» Le *groupe azoïque*, abstraction faite de la chrysoïdine et du brun vésuvien, est formé principalement de sels alcalins parmi lesquels nous distinguerons trois types importants.

» Le premier type comprend les divers colorants contenant une seule fois le groupement azoïque, tels que le ponceau de xylidine dont la composition est exprimée ainsi

$$C^6H^3\left\{\begin{array}{l}(CH^3)^2\\ Az=Az-C^{10}H^4\left\{\begin{array}{l}(\beta)\,OH\\ (SO^3,Na)^2\end{array}\right.\end{array}\right..$$

A ce type se rattachent les ponceaux d'aniline, de toluidine, la naphtorubine, etc., ainsi que les diverses tropéolines dont la composition est un peu différente. Ces diverses substances colorent le protoplasma en jaune, mais elles n'ont aucune action sur la cellulose et la callose.

» Le deuxième type est formé de substances renfermant deux fois le groupement azoïque, telles que le rouge d'orseille A dont la composition est

$$C^6H^3\left\{\begin{array}{l}(CH^3)^2\\ Az=Az-C^6H^2\left\{\begin{array}{l}(CH^3)^2\\ Az=Az-C^{10}H^4\left\{\begin{array}{l}(\beta).OH\\ (SO^3,Na)^2\end{array}\right.\end{array}\right.\end{array}\right..$$

A ce type appartiennent : l'orseilline BB, l'azorubine, le noir naphtol, les crocéines, etc. Ces matières colorent la cellulose dans un bain neutre ou légèrement acidulé ; elles n'ont aucune action sur la callose.

» Le troisième type renferme les colorants de la série benzidique, tels que le rouge Congo dont la formule est

$$\begin{array}{l} C^6H^4(4) - Az = Az(\beta)C^{10}H^5 \left\{ \begin{array}{l} (\alpha)AzH^2, \\ (\alpha)SO^3Na; \end{array} \right. \\ \Big| \\ C^6H^4(4) - Az = Az(\beta)C^{10}H^5 \left\{ \begin{array}{l} (\alpha)SO^3Na, \\ (\alpha)AzH^2. \end{array} \right. \end{array}$$

A ce type appartiennent le bordeaux extra, le congo GR, le congo-corinthe, la deltapurpurine G, le congo brillant G, qui résultent de l'action des composés sulfonés du naphtol sur la benzidine; l'azobleu, le congo-corinthe B, les benzopurpurines, les rosazurines, où la toluidine est substituée à la benzidine; l'azoviolet, les benzoazurines, l'héliotrope, où la dianisidine est substituée à la benzidine, etc. Ces colorants, précipités ordinairement par les acides, teignent directement la cellulose et la callose dans un bain neutre, ou mieux légèrement alcalin.

» Le *groupe triphénylméthane* n'offre pas de relations aussi nettes entre le pouvoir colorant et la composition chimique. On y distingue d'abord un grand nombre de corps formés par des chlorhydrates, sulfates, etc., qui teignent directement les composés pectiques, puis une série de sels alcalins que nous diviserons en trois groupes. Le premier groupe comprend la fuchsine acide, le violet acide, le bleu de Bayer, les bleus alcalins, etc., qui résultent de l'action respective de l'acide sulfurique sur la fuchsine, le violet de Paris 6B, le bleu de diphénylamine, le bleu d'aniline. Ces substances ne colorent pas la cellulose, mais certaines d'entre elles, les bleus solubles, les bleus de Bayer notamment, colorent la callose. La coloration est d'autant plus énergique que la sulfonisation est plus complète ; ainsi le bleu 6B, qui est un mélange où domine la triphénylrosaline trisulfonée, est le plus actif des bleus solubles.

» Le deuxième groupe de triphénylméthane est formé par les sels alcalins de l'acide rosolique, qui teignent directement la callose et la cellulose. Enfin le troisième groupe est formé par les *éosines* ou sels de fluorescéine, tels que l'éosine, l'érythrosine, la phloxine, qui colorent fortement les matières azotées, sans se fixer sur la callose ni sur la cellulose.

» L'indication des procédés opératoires, permettant d'obtenir avec les réactifs précédents des résultats très nets, exigerait des développements que l'exiguïté de cette Note ne comporte pas ; j'en ferai l'objet de Communica-

tions ultérieures. J'ajouterai que, les diverses matières colorantes de la série aromatique se combinant avec les substances azotées, il est souvent indispensable, pour éviter les erreurs dues à la présence de ces dernières substances dans les tissus, de mélanger plusieurs réactifs appartenant à des catégories différentes : on obtient alors des colorations doubles très démonstratives. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la dilatation de la silice.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Dans un travail récent, M. Mallard a signalé l'existence de transformations dimorphiques des différentes variétés cristallines de la silice. D'après les analogies connues, il était permis de prévoir que ces changements d'état cristallin devaient être accompagnés de modifications brusques de toutes les autres propriétés physiques de ces corps. Je me suis proposé de le vérifier en étudiant, comme je l'avais déjà fait pour le quartz, la dilatation de la silice sous ses autres formes. Mes expériences ont porté sur la tridymite, la calcédoine calcinée à 1500° et le quartz calciné à 1600°.

» *Tridymite.* — Il n'existe pas, dans la nature, de tridymite massive qui puisse se prêter à de semblables expériences; j'ai pu me procurer, grâce à l'obligeance de M. Grobat, directeur de l'usine d'Assailly (Loire), une brique de quartz transformée spontanément en tridymite dans un four à acier. Le quartz chauffé à la température élevée de ces fours, que j'ai trouvée être de 1600°, se transforme, en quelques heures, en silice amorphe. L'action prolongée de la chaleur, en présence des gaz réducteurs, amène une nouvelle cristallisation de la silice, sous forme de tridymite. La brique qui m'a servi avait séjourné pendant un an dans un des carneaux d'arrivée de l'oxyde de carbone; elle était couverte d'un enduit noir, principalement formé de silicium. La composition de la masse intérieure était la suivante :

SiO^2	94
CaO	3
Fe^2O^3	2
Al^2O^3	1
	100

» Elle laissait rapidement dissoudre dans l'acide fluorhydrique faible

85 pour 100 de son poids; ce chiffre représente la proportion de tridymite réelle existant dans la brique. Le reste de la silice, moins facilement attaquable, devait être combiné aux bases.

» Les mesures de dilatation, effectuées sur une longueur de $0^m,1$, ont donné les résultats suivants :

Température ..	15°	95°	130°	170°	245°	480°	590°	700°	900°	1050°
Dilatation	$0^{mm},0$	$0^{mm},16$	$0^{mm},22$	$0^{mm},42$	$0^{mm},62$	$0^{mm},95$	$1^{mm},02$	$1^{mm},09$	$1^{mm},07$	$1^{mm},05$

» Le rapprochement de ces nombres montre qu'il se produit, entre 130° et 170°, un changement brusque de longueur, d'environ $0^{mm},15$. J'ai admis dans le tracé de la courbe ci-après, pour le point de transformation, la température de 130° déterminée antérieurement par M. Mallard. On remarquera de plus, vers 750°, un maximum de dilatation; c'est là une anomalie singulière, qui n'avait encore été signalée pour aucun autre corps. Je me suis assuré, par des expériences plusieurs fois répétées, que c'est bien un maximum géométrique, et non un point anguleux qui correspondrait à un nouveau changement d'état.

» *Calcédoine calcinée.* — Pour me procurer de la silice amorphe massive, j'ai eu recours à l'obligeance de M. Vogt, qui a bien voulu faire cuire à mon intention, dans les fours à porcelaine dure de Sèvres (1500°), des baguettes de calcédoine. La silice ainsi traitée se présente sous forme d'une masse blanche, poreuse, ne présentant aucune apparence de cristallisation. Sa densité est de 2,16. Les résultats suivants tendraient néanmoins à indiquer que cette variété de silice n'est pas amorphe, comme sembleraient le faire croire son aspect et sa non-activité sur la lumière polarisée. Les chiffres reproduits ici se rapportent à l'agate calcinée; le bois fossile a donné des résultats identiques :

Température ..	15°	95°	170°	245°	360°	650°	1050°
Dilatation	$0^{mm},0$	$0^{mm},06$	$0^{mm},20$	$1^{mm},23$	$1^{mm},29$	$1^{mm},40$	$1^{mm},53$

» On voit qu'il se produit, entre 170° et 245°, un changement brusque de dilatation, qui atteint 1^{mm}, soit 1 pour 100, et est, par suite, bien plus important que les changements analogues observés dans le quartz et la tridymite.

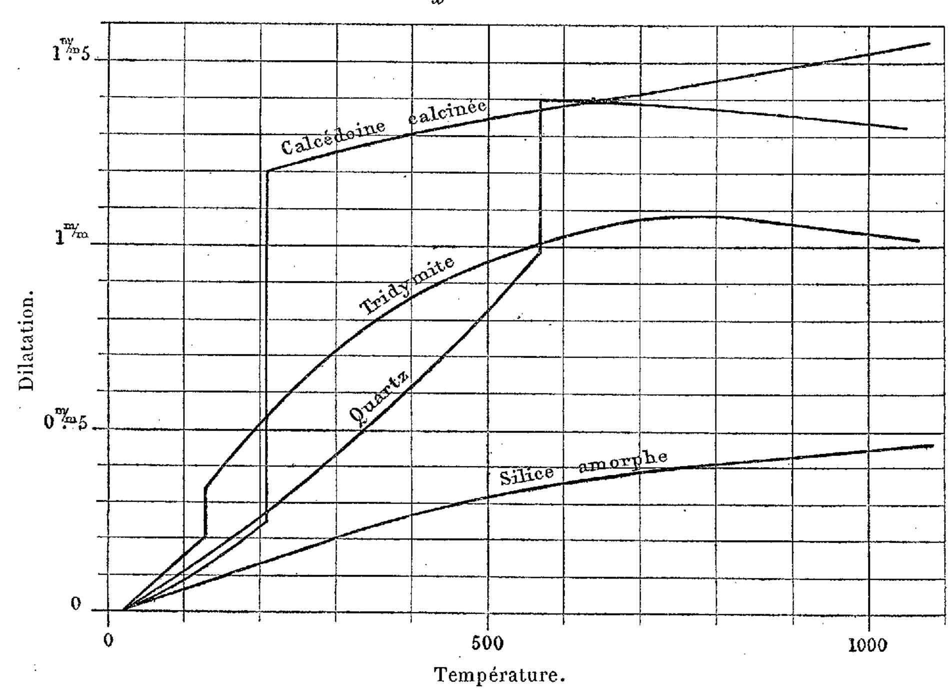
» Pour préciser plus exactement la température de transformation, j'ai déterminé la dilatation cubique de la matière, en l'enfermant dans la boule d'un thermomètre rempli d'acide sulfurique. J'ai trouvé ainsi la température de 210°.

» L'existence d'une semblable transformation ne permet guère de considérer comme amorphe cette variété de silice. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que les corps solides ne conservent que d'une façon tout à fait exceptionnelle l'état amorphe, autrement dit vitreux. La plupart des corps considérés comme tels, les précipités chimiques par exemple, sont parfaitement cristallisés, mais leurs dimensions sont trop faibles pour que le microscope puisse déceler des formes géométriques ou des propriétés optiques quelconques.

» *Quartz calciné.* — Une troisième série d'expériences a porté sur de petits prismes rectangulaires, obtenus en agglomérant, avec 2 pour 100 de chaux, du quartz préalablement calciné au four à acier. Les résultats obtenus ont été les suivants :

Température	15°	270°	570°	600°	990°
Dilatation	0mm	0mm,20	0mm,35	0mm,41	0mm,45

Dilatation des différentes variétés de silice.



» La dilatation croît donc d'une façon continue avec la température, et sa valeur à 1000° est beaucoup plus faible que pour toutes les autres variétés de silice; elle est intermédiaire entre celles de la porcelaine et du

verre; matières toutes deux riches en silice et plus ou moins complètement amorphes. On est donc conduit à supposer que le quartz s'est réellement transformé en silice amorphe, sous l'influence d'une température élevée, d'un refroidissement brusque et de la présence de quelques centièmes de bases.

» Le Tableau ci-dessus traduit en courbes les résultats de ces expériences, dont j'ai rapproché les résultats antérieurement obtenus avec le quartz. On voit immédiatement que toutes les variétés de silice, y compris la silice amorphe, ne présentent, entre 600° et 1000°, que des changements de dimensions très faibles, tantôt positifs, tantôt négatifs. Le point de transformation se trouve, pour les silices à densité élevée (quartz et calcédoine), à une température notablement plus élevée que pour les silices à faible densité (tridymite et calcédoine calcinée).

» Le rôle important que ces anomalies de dilatation doivent jouer dans la fabrication des produits céramiques est trop évident pour qu'il y ait lieu d'y insister. Ces matières renferment toutes de 50 à 80 pour 100 de silice, qui peut se trouver à un quelconque de ses différents états. Dans la porcelaine seule, où la silice est rendue amorphe par une vitrification partielle, la dilatation est assez régulière pour permettre un accord suffisant de la pâte et de la couverte, et éviter ainsi les tressaillements. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse de la ménilite de Villejuif*. Note de M. **Auguste Terreil**, présentée par M. Daubrée.

« On trouve à Villejuif, dans un lit de calcaire intercalé au milieu du gypse et de la marne, des masses irrégulières, blanches, assez dures, ayant l'aspect de rognons aplatis soudés entre eux, et qui portent à leurs surfaces des traits concentriques, indice de la stratification des marnes au milieu desquelles ils se sont concrétionnés.

» On donne à cette substance le nom de *ménilite*, en l'assimilant au minéral de Ménilmontant qui est, comme on le sait, composé essentiellement de silice hydratée, et que les minéralogistes ont, pour cette cause, classée dans le groupe des silices opales.

» L'échantillon de Villejuif, que j'ai analysé, est loin d'avoir cette composition, comme on le verra plus loin.

» Ce dernier minéral se compose de deux couches qui diffèrent d'aspect, quoique ayant la même composition.

» La partie centrale a une légère teinte gris jaunâtre; son grain est d'une grande finesse et rappelle le grain de la pierre lithographique. Cette partie centrale ne happe pas la langue; sa densité égale 2,469.

» La partie extérieure est blanche, son grain est moins fin; elle happe fortement la langue; sa densité a été trouvée 2,422.

» Enfin, cette dernière est recouverte à sa surface d'une légère couche d'une poudre blanche, très fine, assez adhérente, mais que l'on enlève facilement à l'aide d'un outil tranchant. La composition de cette poudre blanche est bien différente de celle des deux parties principales, elle se rapproche, en effet, de la composition de la ménilite de Ménilmontant.

» J'ai groupé, dans le Tableau qui suit, l'analyse des trois parties qui constituent la prétendue ménilite de Villejuif :

	Poudre blanche.	Partie extérieure.	Partie intérieure.
Silice soluble dans la potasse	36,45	9,18	8,00
Silice insoluble dans la potasse	44,32	10,40	14,28
Carbonate de chaux	8,00	75,48	73,82
Carbonate de magnésie	traces	1,82	1,61
Sulfate de chaux	traces	traces	traces
Peroxyde de fer	0,92	1,04	0,94
Eau	10,31	2,07	1,29
	100,00	99,99	99,94

» Ces analyses démontrent la différence qui existe entre la ménilite de Ménilmontant et le rognon de Villejuif que j'ai examiné. Ce dernier n'est en réalité que du calcaire silicifié par environ $\frac{1}{5}$ de son poids de silice hydratée. Il diffère également de la ménilite de Villejuif qu'a analysée M. Damour [1] et qui est beaucoup plus magnésienne. Ces concrétions, bien que d'un aspect uniforme, présentent donc des compositions assez diverses. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la prévision des tempêtes, par l'observation simultanée du baromètre et des courants supérieurs de l'atmosphère.* Note de **M. G. Guilbert**, présentée par M. Mascart.

« On sait que les différents météores aqueux se succèdent dans un certain ordre, qui amène, dans un ciel pur et vers l'anticyclone, *les cirrus d'a-*

---

(1) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. VII, p. 66 et 239; 1884.

bord, puis les cirro-cumulus, le pallium et enfin les nimbus partiels ou orageux. Ces nuages constituent un ensemble remarquable, que je désigne sous le nom de *succession nuageuse.*

» Bien reconnue, bien étudiée, considérée comme un phénomène naturel, distinct, ayant ses lois particulières, la succession nuageuse peut servir d'unique base dans la prévision du temps local; mais son objectif doit être plus étendu et il devient alors indispensable d'aborder simultanément l'examen des *dépressions barométriques.*

» Dans cette étude, deux cas principaux peuvent se présenter :

» Premier cas. — *La succession nuageuse et la dépression barométrique sont d'accord :* on voit les cirrus survenir au début de la baisse du baromètre, le pallium pluvieux accompagner le passage du centre, et les averses suivre avec hausse considérable du baromètre.

» Second cas. — *La concordance n'existe plus,* et l'on peut constater l'élévation progressive de la pression atmosphérique, malgré le passage des cirrus et des cirro-cumulus, ou bien la baisse du baromètre a lieu tandis que les averses surviennent.

» Les deux phénomènes paraissent alors n'avoir aucun rapport précis entre eux.

» Or ce fait présente une importance capitale au point de vue de la prévision du temps, et l'expérience acquise par l'observation d'une multitude de cas semblables permet d'établir les règles suivantes :

» 1° Lorsque la succession nuageuse et la dépression barométrique présentent un accord complet, *le gradient ne se forme pas* et, par conséquent, les vents restent faibles ou modérés, quelles que soient l'intensité et la rapidité de la baisse du baromètre.

» 2° Au contraire, si la succession nuageuse et la dépression offrent dans leur marche respective un défaut de concordance, *le gradient s'accentue* et de forts vents en sont la conséquence.

» Et sous une forme plus concise encore, on peut dire :

» Accord des deux phénomènes, *point de vent.*

» Défaut de concordance, *vent fort* et d'autant plus redoutable que le désaccord aura été plus grand.

» Dans ce principe, très simple, réside toute une nouvelle méthode de prévision des tempêtes, méthode qui offre les plus grandes différences, *et dans ses moyens d'application et dans ses résultats,* avec la méthode isobarique, seule employée aujourd'hui dans le monde entier.

» Ainsi, d'un seul point, situé sur les côtes ouest, un observateur *isolé,*

privé de toute communication télégraphique, peut établir la prévision du temps pour une grande partie de l'Europe. Il *peut*, en outre, *déterminer la vitesse de translation du centre des bourrasques*, vitesse que *rien* encore jusqu'à ce jour n'a permis de faire présumer; si une dépression se présente à l'ouest de l'Irlande ou de la Bretagne, l'examen des Cartes isobariques ne permet pas d'indiquer si le centre demeurera stationnaire ou s'il devra se trouver le lendemain matin vers le Pas-de-Calais ou sur l'Allemagne.

» Au contraire, le principe qui nous permet la prévision des tempêtes nous servira de même à prévoir la vitesse du centre.

» Dans le premier cas, accord de la succession nuageuse et de la dépression correspondante, *la vitesse du centre sera en raison directe de la vitesse de la succession nuageuse.*

» Dans le second cas, cette règle doit se modifier profondément, et alors *la vitesse du centre sera d'autant plus grande que la dépression se présentera avec un plus grand retard par rapport à la succession nuageuse.* »

M. **J. Léotard** transmet une observation de la comète Brooks, faite le 10 juillet à l'observatoire de la Société Flammarion de Marseille.

M. **Alph. Basin** adresse une Note sur les générateurs de vapeur.

M. **G. Deneuville** adresse une Note relative aux moyens à employer pour détruire la *toile* (*Æthalium septicum*) des serres à multiplication.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 juillet 1890.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Tome IV (1887) au Tome VII (1890). Paris, Gauthier-Villars et fils; 4 vol. gr. in-8°.

Atlas statistique graphique de la ville de Paris. I. Année 1888. (Publié par

la Préfecture du département de la Seine.) Paris, G. Masson, 1889; in-f°.

Bulletin de la Société de l'industrie minière. Troisième série. Tome III. 4e livraison, 1889. (Congrès international des Mines et de la Métallurgie. Travaux du Congrès). Saint-Étienne, au siège de la Société; vol. in-8° et un Atlas.

Comptes rendus des séances de la neuvième Conférence générale de l'Association géodésique internationale et de la Commission permanente, réunies à Paris du 3 *au* 12 *octobre* 1889, rédigés par le Secrétaire perpétuel A. Hirsch. 1890; in-4°.

Annales du musée d'Histoire naturelle de Marseille, publiées aux frais de la Ville sous la direction de M. le prof. A.-F. Marion. *Zoologie. Travaux du laboratoire de Zoologie marine.* Tome I. 1re et 2e Partie. Marseille, J. Cayer, 1882-1883; 2 vol. in-4°.

Cinq Traités d'Alchimie des plus grands philosophes, traduits du latin en français par Alb. Poisson. Paris, Bibliothèque Chacornac, 1890; 1 vol. in-12.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, rédigées par J. Bosscha, etc. Tome XXIV. 2e et 3e livraison. Harlem, les Héritiers Loojes, 1890; in-8°.

Annales de l'École Polytechnique de Delft. Tome V, 1890, 3e et 4e livraison. Leide, E.-J. Brill, 1890; in-4°.

Le Opere di Galileo Galilei. Edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Maestà il Re d'Italia. Volume I. Firenze, G. Barbera, 1890; 1 vol. in-4°.

Achille Corsetti. — *La intelligenza degli animali bruti, la intelligenza, la ragione ed i doveri dell' uomo.* Roma, 1890; vol. in-8°.

Illustrationes Floræ insularum maris Pacifici; auctore E. Drake del Castillo. Fasc. sextus. Parisiis, venit apud G. Masson, 1890; in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Mathematical and physical papers. Volume III. *Elasticity, Heat, Electromagnetism; by* sir William Thomson. London, C.-J. Clay and sons, 1890; 1 vol. in-8°.

Minutes of proceedings of the Institution of civil engineers, with other selected and abstracted papers. Vol. C; by James Forrest. London, published by the Institution, 1890; 1 vol. in-8°.

Records of the geological Survey of India. Vol. XXIII, Part II, 1890. Calcutta; br. gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 juillet 1890.)

Note de M. *Blake,* Sur une action physiologique des sels de thallium.

Page 59, ligne 17, *au lieu de* 131, *lisez* 31.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUILLET 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Boussinesq** offre à l'Académie, en son nom et de la part des éditeurs MM. Gauthier-Villars et fils, les deux Fascicules (*Partie élémentaire* et *Compléments*) du tome second et dernier de son *Cours d'Analyse infinitésimale, à l'usage des personnes qui étudient cette science en vue de ses applications mécaniques et physiques*. Il ajoute :

« C'est surtout dans ce Volume, consacré au *Calcul intégral*, que le titre même de l'Ouvrage m'imposait l'obligation de faire ressortir le sens concret, la traduction physique des idées et des formules. Aussi me suis-je efforcé d'y montrer, par exemple, comment s'expriment par des équations différentielles les lois premières des phénomènes; comment ces relations deviennent des équations aux dérivées partielles, pour le système matériel

que composent les différentes parties d'un même corps ; quelles conséquences capitales résultent de la forme linéaire très sensiblement acquise par les équations, quand il s'agit des innombrables mais légers écarts, de part et d'autre d'un état moyen plus ou moins stable, qui diversifient à l'infini l'aspect des systèmes sans (pour ainsi dire) le troubler; comment ces phénomènes *se règlent* par une *périodicité* plus ou moins complexe se rapprochant de la *permanence* et fonction des influences extérieures; avec quelle persistance se conservent ou, au contraire, avec quelle rapidité s'effacent les caractères *initiaux* des faits dynamiques ou même statiques propagés à travers l'espace, suivant les particularités de forme, mais surtout le genre d'homogénéité analytique, des équations aux dérivées partielles qui les régissent; à quelles lois élémentaires obéissent les rayonnements indéfinis autour d'un centre, autour d'un axe ou de part et d'autre d'un plan; quelles intégrales sont rendues minima, ou à quelles quantités s'applique la *loi d'épargne* dans les catégories de phénomènes que nous connaissons le mieux; etc. L'exposé général de ces considérations, fréquemment sacrifié dans les sciences d'application de l'Analyse parce qu'il les concerne presque toutes sans appartenir en propre à aucune, trouve une place naturelle à la suite des formules de Calcul intégral qui en contiennent le principe.

» J'ai cru aussi devoir donner, dans le second Fascicule, beaucoup de développement à l'emploi des intégrales définies pour exprimer, et calculer même, de nombreux phénomènes qui échappent aux autres modes de représentation fournis par l'Analyse. Deux types de ces intégrales, faciles à différentier, sont surtout précieux pour le physicien, à cause de deux fonctions arbitraires figurant sous leurs signes $\int$, et dont l'une reste disponible, pour la vérification de conditions d'état initial infiniment variées, après que l'autre a été choisie de manière que l'intégrale satisfasse à l'équation aux dérivées partielles caractéristique du phénomène. Le premier type, constitué par les *potentiels,* intégrales soit doubles, soit triples, à deux, trois ou même quatre paramètres indépendants, et dont la plus familière aux physiciens est le *potentiel de pesanteur* dû à Laplace, comporte de nombreuses applications, que je détaille, à l'intégration d'équations posées, toutes, par l'étude d'importants phénomènes, et ne contenant que des dérivées partielles d'un même ordre pair. Le second type, connu depuis peu d'années, permet d'intégrer, sous des conditions initiales très diverses, les équations linéaires, à coefficients constants, de la famille de celles de la chaleur et du mouvement transversal des barres ou des plaques

élastiques, c'est-à-dire les équations où l'inconnue se trouve soumise uniquement, et un même nombre total de fois dans chaque terme, aux deux opérations qui consistent à prendre, d'une fonction de point, soit la dérivée par rapport au temps, soit cette dérivée *naturelle* par rapport à l'espace, dite le *paramètre différentiel* du second ordre. Enfin, la combinaison des deux types résout, d'une manière presque intuitive, et me permet d'introduire dans l'enseignement, une des questions de Calcul intégral les plus épineuses qu'eussent jusqu'ici abordées les géomètres, et dont la solution par d'autres méthodes avait exigé le puissant génie analytique d'un Poisson et d'un Cauchy, savoir, la question des ondes que font naître dans les couches supérieures d'un liquide pesant la brusque émersion d'un solide ou une impulsion superficielle, comme celle d'un coup de vent. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches nouvelles sur la stabilité relative des sels, tant à l'état isolé qu'en présence de l'eau. — Sels d'aniline;* par M. **BERTHELOT.**

« J'ai montré que les acides forts et les bases fortes étaient caractérisés par ce fait que leur union donne lieu à une quantité de chaleur plus considérable que les acides faibles et les bases faibles, surtout lorsqu'on rapporte la formation des composés à l'état solide: en raison de cette circonstance, les sels des acides forts et des bases fortes sont les plus stables, c'est-à-dire qu'ils résistent en général mieux à l'action de la chaleur, dans l'état isolé, et qu'ils résistent également mieux à l'action décomposante de l'eau, toutes choses égales d'ailleurs ([1]). Leur résistance est donc liée à la prépondérance thermique des acides forts et des bases fortes, aussi bien que les déplacements réciproques des acides et des bases ([2]): cette prépondérance d'ailleurs, comme je l'ai prouvé, domine et règle l'exercice des lois de Berthollet.

» Ainsi la chaleur de formation des sels, rapportée à l'état solide, peut être prise comme mesure de leur stabilité relative. C'est ce que prouve

([1]) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 196 et suiv.; p. 276 et suiv.

([2]) Pourvu que l'on tienne compte de la chaleur propre de formation des sels acides, sels doubles et autres composés secondaires, susceptibles de prendre naissance dans les conditions de l'expérience, ainsi que je l'ai établi par de nombreux exemples.

la comparaison des sels formés par un même acide uni aux différentes bases et oxydes, tant alcalins que métalliques, et la comparaison des sels formés par une même base unie aux différents acides [1]. On peut aller plus loin, en comparant les chaleurs de formation des diverses séries de sels : l'inégalité entre les chaleurs de formation des sels solides d'une même base, unie à deux acides distincts, étant à peu près constante pour les acides de force pareille; tandis que cette inégalité croît et s'exagère pour les sels des acides faibles, accusant ainsi l'inégale stabilité de ces sels. De même pour l'inégalité entre les chaleurs de formation des sels solides d'un même acide uni à deux bases distinctes : elle est à peu près constante pour les bases de force pareille, tandis qu'elle va croissant pour les sels des bases faibles. Des écarts analogues pour les acides, aussi bien que pour les bases qui engendrent les sels, peuvent être observés non seulement dans l'état solide, mais même dans les dissolutions, et ils traduisent l'état inégal de dissociation des sels des acides faibles et des bases faibles, comparés aux sels des acides forts et des bases fortes, en présence de l'eau. J'ai développé déjà, à bien des reprises, ces caractéristiques thermiques et cette théorie des acides forts, opposés aux acides faibles, et des bases fortes, opposées aux bases faibles. Je vais en présenter quelques nouvelles applications relatives à l'aniline et à ses sels.

» Je me suis proposé, en effet, de comparer la chaleur de formation et les propriétés des sels d'aniline doués de quelque stabilité, tels que le sulfate, l'azotate, le chlorure, avec les sels d'aniline instables, tels que l'acétate et le benzoate. Les données observées sont très nettes et elles fournissent une nouvelle confirmation des théories thermochimiques.

» SULFATE D'ANILINE : $SO^4H, C^{12}H^7Az$. Sel cristallisé bien défini.

Dissolution.

» 1 partie du sel, dissoute dans 40 parties d'eau, à 24°.

$$\text{Pour 1 équiv.} = 142^{gr} \ldots -2^{Cal},317,$$

soit, pour 1 molécule,

$$S^2O^8H^2, 2C^{12}H^7Az \ldots\ldots -4^{Cal},63.$$

---

(1) Voir le Tableau XIV de l'*Essai de Mécanique chimique* (t. I, p. 365) et les Tableaux plus complets publiés aux pages 612-615 de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1888.

Neutralisation.

A équivalents égaux : $C^{12}H^7Az$liq. + SO^4H(1 équiv. = 2^{lit}), à 25° .. + 8,65 et 8,61.
Moyenne... + $8^{Cal},63$.

» J'ai, d'autre part, déterminé la chaleur de dissolution de l'aniline dans l'eau à diverses températures

$C^{12}H^7Az + 250H^2O^2$, à 15°,9... — $0^{Cal},18$; à 24°,2... — $0^{Cal},55$.

» D'où l'on tire, à la température t,

$$Q = -(t - 11^\circ,9) : 0^{Cal},0447;$$

valeur positive au-dessous de 11°,9, nulle à 11°,9, négative au-dessus (1).

» On déduit de là

$C^{12}H^7Az$ dissoute + SO^4H étendu, à 25°.... + $9^{Cal},21$.

» Ce nombre est fort inférieur à la chaleur de neutralisation du même acide par l'ammoniaque, soit + $14^{Cal},5$; l'écart est de + $5^{Cal},3$.

» On déduit encore de là les valeurs suivantes, qui fournissent des termes de comparaison utiles, et sur lesquels je reviendrai tout à l'heure :

Base diss. + acide sulfurique diss. = sulfate solide.. + $11^{Cal},53$
Pour le sulfate d'ammoniaque, on a d'ailleurs + $15^{Cal},8$: écart. + $4^{Cal},3$.

$C^{12}H^7Az$ gaz. (2) + SO^4H crist. = SO^4H, $C^{12}H^7Az$ crist. ... + $27^{Cal},6$.

» La formation similaire du sulfate d'ammoniaque, depuis la base gazeuse et l'acide cristallisé, dégage + $32^{Cal},7$; c'est-à-dire qu'elle surpasse celle du sulfate d'aniline de + $5^{Cal},1$: c'est à peu près le même écart que pour l'état dissous. La force alcaline supérieure de l'ammoniaque se retrouve donc dans ces deux modes de comparaison. J'y vais revenir.

» *En présence d'un excès d'acide,* j'ai trouvé

SO^4H, $C^{12}H^7Az$ (1 équiv. = 2^{lit}) + SO^4H(1 équiv. = 2^{lit})... — $0^{Cal},81$,

c'est-à-dire

$C^{12}H^7Az$ dissoute + $2SO^4H$ étendu... + $8^{Cal},40$.

» La chaleur de formation du bisulfate d'aniline dissous est donc infé-

(1) Cf. *Essai de Mécanique chimique,* t. I, p. 118.

(2) D'après la chaleur de volatilisation 8,6, trouvée par M. Petit (*Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XVIII, p. 151).

rieure à celle du sulfate neutre; précisément comme celles des bisulfates de potasse, de soude, d'ammoniaque, par rapport à celles des sulfates neutres correspondants (¹); la différence, dans ce dernier cas, étant de $1^{Cal},04$ pour le même degré de concentration, c'est-à-dire peu différente.

» *En présence d'un excès d'aniline,* la chaleur de formation du sulfate d'aniline n'est pas modifiée d'une manière sensible. En effet, j'ai trouvé

$C^{12}H^7Az$ liquide $+ SO^4H, C^{12}H^7Az$ dissous ($1^{éq} = 6^{lit}$), à $23°,4$... $-0^{Cal},50$

» La dissolution de l'aniline dans l'eau froide, à cette température, aurait absorbé $-0^{Cal},51$.

» Il résulte de là que la présence d'un excès d'aniline ne fait pas varier d'une façon notable l'état de combinaison entre l'acide sulfurique et l'aniline dissoute : ce qui montre que cette combinaison est, sinon tout à fait intégrale, du moins extrêmement avancée. Cependant le sulfate d'aniline dissous donne, surtout à chaud, quelques marques de dissociation : dissociation analogue à celle dont le sulfate d'ammoniaque offre déjà certains indices (²), mais plus marquée, quoique toujours très faible. Nous verrons que cette dissociation est au contraire plus nette pour les sels des acides moins puissants.

» Cherchons maintenant comment se comporte le *sulfate d'aniline dissous mis en présence de bases plus fortes, telles que la soude :* la méthode thermique fournit ici les résultats les plus nets,

$SO^4H, C^{12}H^7Az$ ($1^{éq} = 6^{lit}$) $+ NaO$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), à $23°,5$ .... $+6^{Cal},2$

» La chaleur de neutralisation de la soude par l'acide sulfurique à cette température étant $+15,5$, on en déduit, dans l'hypothèse d'un déplacement total : $+6^{Cal},3$; nombre qui se confond avec le précédent, dans les limites d'erreur de ce genre d'expériences.

» J'ai trouvé encore :

$$SO^4H, C^{12}H^7Az(1 \text{ équivalent} = 6^{lit})$$

étant mêlé d'avance avec un deuxième équivalent de $C^{12}H^7Az$, qui y a été dissous, puis mélangé avec

$$NaO(1 \text{ équivalent} = 2^{lit}), \text{ à } 23°,4 : +6^{Cal},2;$$

(¹) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 319.
(²) Même Ouvrage, t. II, p. 219.

c'est-à-dire le même chiffre que ci-dessus : ce qui montre que la présence de 2 équivalents d'aniline n'a pas modifié d'une façon sensible le déplacement de cette base par la soude.

» Enfin *le sulfate d'aniline mis en présence de l'ammoniaque*

$SO^4H, C^{12}H^7Az$ (1 équiv. = 6^{lit}) + AzH^3 (1 équiv. = 4^{lit}), à 23°, 3, a dégagé.. + 5^{Cal},2.

La chaleur de neutralisation de l'ammoniaque par l'acide sulfurique, dans ces conditions, étant 14^{Cal},5, on en déduit, pour l'hypothèse d'un déplacement total, + 5^{Cal},3; nombre qui peut être regardé comme identique au précédent.

» L'ammoniaque déplace donc l'aniline en totalité, ou sensiblement, dans ses solutions salines. La soude déplaçant pareillement l'ammoniaque, on voit que l'échelle des chaleurs de formation des sulfates de soude, d'ammoniaque, d'aniline, répond précisément à l'ordre de leur substitution.

» Cette substitution opérée par l'ammoniaque ne se distingue pas de la valeur thermique correspondante à une substitution complète. Cependant, d'après les faits, on doit admettre un léger partage, qui s'accentue surtout à chaud et par distillation. Mais ce partage résulte précisément de la légère dissociation du sulfate d'ammoniaque par l'eau, dont j'ai parlé plus haut; une trace d'acide sulfurique étant par là mise en liberté et susceptible dès lors de s'unir à l'aniline. Par suite, l'équilibre qui maintenait le sulfate d'ammoniaque dans la liqueur étant troublé, une nouvelle dose d'acide devient libre; elle est prise encore par l'aniline. Et cette action va jusqu'à un terme marqué par la dissociation propre du sulfate d'aniline, dissociation faible, mais bien plus avancée que celle du sulfate d'ammoniaque : ce qui arrête la décomposition de ce dernier à une limite très peu avancée et non sensible au calorimètre. Mais si l'on distille, la tension de l'ammoniaque, plus forte que celle de l'aniline, tend à l'éliminer de préférence, et par suite à augmenter la dose de sulfate d'aniline dans le système. J'ai insisté à plusieurs reprises sur ces mécanismes, où les phénomènes résultent du double jeu du principe du travail maximum et de la dissociation [1].

» Chlorhydrate et azotate d'aniline. — Ces sels ayant été étudiés,

---

(1) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 692. Voir encore Louguinine, *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. XVII, p. 231.

par M. Louguinine ([1]), je me bornerai à reproduire les déterminations de ce savant et à en déduire les données utiles pour mes comparaisons :

$C^{12}H^7Az$ dissoute + HCl dissous...	$+7^{Cal},44$	AzO^6H.............	$+7^{Cal},45$
$C^{12}H^7Az$, HCl crist., dissolution...	$-2^{Cal},73$	AzO^6H, $C^{12}H^7Az$ diss.	$-6^{Cal},73$

D'où il suit :

	Cal		
Aniline diss. + HCl étendu = sel solide.......	+10,2	+ AzO^6H ét. = sel solide.	+14,2
$C^{12}H^7Az$ gaz + AzO^6H crist. = sel solide.....	+29,3		
$C^{12}H^7Az$ gaz + HCl gaz = $C^{12}H^7Az$, HCl crist..	+36,1	+ AzO^6H gaz = sel crist..	+37,1

Les formations similaires des sels ammoniacaux dégagent :

	Sel dissous.	Sel solide.	Excès sur les sels d'aniline.
AzH^3, HCl....................	+12,4	+16,3	+5,0 et +6,1
AzH^3, AzO^6H...............	+12,5	+18,7	+5,0 et +4,1
AzH^3 gaz + AzO^6H solide.....	»	+34,0	+4,7
AzH^3 gaz + HCl gaz.........	»	+42,5	+6,4
AzH^3 gaz + AzO^6H gaz.......	»	+41,9	+4,8

» Les excès des chaleurs de formation des chlorhydrate et azotate d'ammoniaque sur ceux d'aniline sont du même ordre de grandeur que les excès observés pour le sulfate d'aniline comparé au sulfate d'ammoniaque. Les différences de stabilité des chlorhydrate, azotate ([2]), sulfate, c'est-à-dire des sels stables, sont donc du même ordre pour ces deux bases, comparées deux à deux.

» Dans l'état dissous, la chaleur de formation de ces sels d'aniline, depuis la base et l'acide étendu, les rend comparables aux sels solubles de plomb, de cuivre, d'oxyde chromique, par leur stabilité relative.

» Observons encore que les chlorhydrate et azotate dans l'état dissous ont la même chaleur de formation, tant avec l'ammoniaque d'une part qu'avec l'aniline, d'autre part.

» De même l'excès de chaleur de formation du sulfate d'ammoniaque dissous sur le chlorhydrate ($14,5 - 12,4 = 2^{Cal},1$) ne diffère guère de l'excès analogue du sulfate d'ammoniaque sur le sulfate d'aniline

---

([1]) Voir la Note précédente.

([2]) On ne parle pas ici des altérations spéciales que peut éprouver l'azotate d'aniline, par suite des phénomènes d'oxydation lente; phénomènes d'une nature toute différente de ceux que j'étudie ici.

($9,2 - 7,4 = 1^{Cal},8$), et l'on observe des relations approximatives analogues pour ces sels rapportés à l'état solide.

» Les sels que l'aniline forme avec les acides forts étant ainsi définis, je vais passer à l'examen des sels formés par des acides plus faibles; sels dont l'instabilité est d'autant plus grande que la faiblesse de la base cesse d'être compensée dans une certaine mesure par l'énergie de l'acide antagoniste. J'ai étudié à ce point de vue les acides acétique et benzoïque : leurs sels d'aniline n'ont pas été isolés jusqu'à présent.

» Acétate. — Lorsqu'on mélange l'acide acétique pur avec l'aniline, sans y ajouter d'eau, les deux liquides se mêlent en toute proportion; mais il n'a pas été possible d'obtenir un composé défini et cristallisé, même en refroidissant à $-8°$. L'évaporation d'une solution aqueuse renfermant les éléments de l'acétate d'aniline n'a pas non plus fourni de résultat. Cependant les expériences thermiques indiquent l'existence d'une combinaison, mais dans l'état dissocié.

» En mélangeant l'acide pur et l'aniline pure, à 24°, on a observé, pour

$$C^4H^4O^4 \text{ pur liquide} + C^{12}H^7Az \text{ liq.} \ldots\ldots \quad +1^{Cal},53$$

» Si l'on regardait la chaleur de fusion du composé comme compensée approximativement par celle de l'acide acétique, on pourrait conclure de ces données la chaleur de formation de l'acétate d'aniline, depuis la base gazeuse, soit $+10^{Cal},1$.

» L'écart entre ce chiffre et la chaleur de formation de l'acétate d'ammoniaque cristallisé, soit $+8^{Cal},4$, surpasse les écarts analogues relatifs aux sulfates et azotates : ce qui indique une combinaison bien moins complète.

» L'acide et l'alcali étant dissous à l'avance :

$$C^4H^4O^4 \text{ (1 équiv.} = 2^{lit}) + C^{12}H^7Az \text{ liquide, à } 17° \ldots\ldots \quad +3^{Cal},57$$

soit, l'aniline supposée dissoute à l'avance : $+3,80$.

» Entre ce dernier nombre et la chaleur de formation de l'acétate d'ammoniaque ($+12,0$), la différence, soit $8^{Cal},2$, dépasse de plus de moitié l'écart similaire des chlorhydrates ($12,5 - 7,4 = 5^{Cal},1$) ou sulfates ($14,5 - 9,2 = 5^{Cal},3$) : ce qui indique un état de dissociation bien plus avancé dans le sel d'aniline que dans le sel d'ammoniaque; conformément à mes observations sur les borates, carbonates, phénates, cyanures de potassium et de sodium, comparés à ceux d'ammonium [1].

---

[1] *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 222, 234, 265 et suiv.

» On contrôle cet état de dissociation par la mesure de la chaleur dégagée lorsqu'on ajoute au sel neutre dissous (ou prétendu tel) un excès d'acide, ou un excès d'alcali.

» Soit, en effet, la solution qui contient les éléments de l'acétate d'aniline

$C^4H^4O^4$, $C^{12}H^7Az$ (1 équiv. = $6^{lit},5$) + $C^4H^4O^4$ (1 équiv. = 2^{lit}), à 17°. $+1^{Cal},41$
$C^4H^4O^4$, $C^{12}H^7Az$ (1 équiv. = $6^{lit},5$) + $C^{12}H^7Az$ liquide, à 17°....... $+0^{Cal},73$

» Ce dernier chiffre, si l'on supposait l'aniline dissoute à l'avance, monterait à $+0^{Cal},96$.

» La chaleur de formation de l'acétate d'aniline, dissous dans les quantités d'eau susindiquées, est, en définitive :

	Cal
A équivalents égaux...............	+3,8
Avec $2C^4H^4O^4$....................	+5,2
Avec $2C^{12}H^7Az$..................	+4,8

» La formation du sel neutre est donc, de même que pour les éthers, les sels ammoniacaux, les sels d'acides gras, etc., accrue par la présence d'un excès de l'un ou de l'autre des deux composants : conformément d'ailleurs aux notions générales de la statique chimique.

» Benzoate d'aniline. — L'acide benzoïque se dissout mal dans une solution aqueuse d'aniline. En opérant vers 16°, avec une solution telle que $C^{12}H^7Az + 250H^2O^2$, je n'ai réussi à dissoudre que les deux tiers de 1 équivalent d'acide benzoïque environ. Mais si l'on chauffe doucement dans un petit ballon l'aniline et l'acide benzoïque, pesés à l'avance dans des rapports de poids équivalent, le tout fond peu à peu et forme un liquide homogène : par refroidissement, il se prend en une masse cristalline. Cette matière, broyée à froid avec 100 fois son poids d'eau, se dissout intégralement dans l'espace de quelques minutes; elle renferme alors une dose d'acide benzoïque fort supérieure à celle qui répondrait à la solubilité normale de cet acide. Si on l'évapore avec ménagement, il se dépose par refroidissement des cristaux. Mais les cristaux, ainsi isolés par des évaporations successives, ne renferment guère que de l'acide benzoïque ([1]). En évaporant jusqu'au bout, toute l'aniline ou à peu près s'évapore, ainsi qu'une grande partie de l'acide benzoïque. Le benzoate neutre d'aniline ne paraît donc pas pouvoir être isolé par évaporation à chaud.

([1]) 100 parties de la première cristallisation contenaient, d'après dosage acidimétrique : 94 centièmes d'acide benzoïque; la deuxième cristallisation, 98; de même les troisième, quatrième et cinquième.

» J'ai expérimenté sur la masse cristalline obtenue du premier jet, par fusion du mélange d'acide et d'aniline à équivalents égaux. J'ai mesuré la chaleur qu'elle met en jeu, en se dissolvant dans l'eau pure, puis en subissant l'action d'une solution étendue de soude.

	Cal
$C^{14}H^6O^4 + C^{12}H^7Az$ (fondus ensemble à l'avance) + eau (1 p. + 100 p. d'eau), à 24°	$-4,79$
Addition d'un excès de NaO (1 éq. = 2^{lit})	$+8,50$
Somme	$+3,71$

» On a dès lors les deux cycles :

$C^{14}H^6O^4$ crist. + $C^{12}H^7Az$ liq.	x	$C^{14}H^6O^4$ crist. + NaO étendue	$+7,0$
Action de NaO	$+3,71$	$C^{12}H^7Az$ + eau	$-0,6$
	$x + 3,71$		$+6^{Cal},4$

» L'état final étant le même

$$x = +2^{Cal},7;$$

c'est la chaleur dégagée dans la réaction de 1 équivalent d'acide benzoïque crist. et de 1 équivalent d'aniline liquide.

» Avec l'aniline gazeuse, on aurait : $+11^{Cal},3$.

» Comparant ce nombre avec la chaleur de formation du benzoate d'ammoniaque, soit $+17^{Cal},0$, on trouve une différence de $+5^{Cal},7$; chiffre qui s'écarte peu des différences analogues relatives à l'azotate (+ 4,1) et au sulfate (+5,1).

» J'aurai occasion de revenir sur ces données.

» Si l'acide benzoïque était envisagé comme dissous, ainsi que l'aniline, il faudrait ajouter

+ 6,5	chaleur de dissolution de l'acide benzoïque, prise avec le signe contraire,
+ 0,6	» de l'aniline » »
+ 7,1	

» On aurait dès lors

Acide benzoïque dissous + aniline dissoute = sel solide	$+9^{Cal},8$
Le sel (ou plutôt le système) étant dissous dans l'eau	$+9,8-4,8=+5^{Cal},0$

» Tel est le chiffre qui répondrait à la chaleur de neutralisation de l'acide benzoïque par l'aniline dans le benzoate dissous. Ce chiffre est plus fort que pour l'acide acétique (+ 3,8), bien qu'inférieur à la valeur cal-

culée par analogie : $+ 7^{Cal},1$. Il paraît donc que le benzoate d'ammoniaque est également dissocié, quoique à un degré moindre que l'acétate, dans ses dissolutions aqueuses : c'est ce que confirme l'impossibilité d'isoler ce sel par simple évaporation.

» J'ajouterai que la masse cristalline, formée à équivalents égaux par fusion synthétique d'acide benzoïque et d'aniline, n'est pas en réalité du benzoate neutre d'aniline, mais un mélange. En effet, cette masse renferme une substance huileuse qui tache fortement le papier. Je l'ai pressée doucement dans du papier buvard, renouvelé jusqu'à ce qu'il ne fût plus aucunement taché, même après un séjour de plusieurs heures. A ce moment, la matière cristalline qui restait se rapprochait de la composition d'un benzoate acide : $2C^{14}H^6O^4, C^{12}H^7Az$.

» En effet, on a trouvé, par un essai alcalimétrique :

Acide benzoïque......	71,0	Le calcul exigerait...	72,5
Aniline..............	29,0	»	27,5

» Mais je n'insiste pas.

» L'ensemble de ces observations jette un nouveau jour sur la constitution des sels d'aniline, tant à l'état isolé qu'à l'état dissous, et sur les caractères propres à manifester l'énergie relative des bases et des acides, ainsi que l'état de dissociation de leurs sels. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de quelques amides;* par MM. **Berthelot** et **Fogh**.

« Ces expériences ont eu pour objet de compléter l'étude des données relatives à la chaleur animale et à la théorie des amides.

» 1. Acétamide : $C^4H^5AzO^2 = 59^{gr}$.

Chaleur de combustion pour 1 molécule (3 dét.).	$+ 288^{Cal},0$ à v. c.; $+ 288^{Cal},1$ à p. c.
Chaleur de formation par les éléments (C diam.)..	$+ 72^{Cal},9$
Chaleur de dissolution à 14°..................	$- 1^{Cal},85$

» On en conclut pour les équations génératrices :

$C^4H^4O^4$ crist. + AzH^3 gaz = $C^4H^5AzO^2$ solide + H^2O^2 gaz...........	$+ 0^{Cal},9$
$C^4H^4O^4, AzH^3$ crist. = $C^4H^5AzO^2$ crist. + H^2O^2 crist................	$- 5^{Cal},9$

» L'amide est formé avec absorption de chaleur depuis le sel ammo-

niacal, conformément à ce que l'un de nous a déjà constaté pour l'oxamide et pour les nitriles. A partir de l'acide et de l'ammoniaque, le phénomène thermique est à peu près nul.

» 2. Propionamide : $C^6H^7AzO^2 = 73^{gr}$.

Chaleur de combustion pour 1 molécule (3 dét.). $+ 435^{Cal},6$ à v. c.; $+ 436^{Cal},0$ à p. c.
Chaleur de formation par les éléments......... $+ 88^{Cal},4$
Chaleur de dissolution à $14°,5$............... $- 0^{Cal},97$

» 3. Benzamide : $C^{14}H^7AzO^2 = 121^{gr}$.

Chaleur de combustion pour 1 molécule (3 dét.). $+ 851^{Cal},9$ à v. c.; $+ 852^{Cal},3$ à p. c.
Chaleur de formation par les éléments......... $+ 49^{Cal},3$

D'où

$C^{14}H^6O^4$ crist. $+ AzH^3$ gaz $= C^{14}H^7AzO^2$ crist. $+ H^2O^2$ gaz.......... $- 0^{Cal},5$
$C^{14}H^6O^4, AzH^3$ crist. $= C^{14}H^7AzO^2$ crist. $+ H^2O^2$ crist............. $- 5^{Cal},1$

» 4. Succinimide : $C^8H^5AzO^4 = 99^{gr}$.

Chaleur de combustion pour 1 molécule........ $+ 439^{Cal},3$ à v. c.; $+ 439,2$ à p. c.
Chaleur de formation par les éléments.......... $+ 110^{Cal},5$

$C^8H^6O^8$ crist. $+ AzH^3$ gaz $= C^8H^5AzO^4$ crist. $+ 2H^2O^2$ gaz......... $- 23^{Cal},1$

» On voit par là que la formation des amides est une décomposition ordinaire, accompagnée d'ailleurs par une dissociation, c'est-à-dire par des phénomènes d'équilibre. Elle est exactement parallèle sous ce rapport avec la formation des éthers. Ceux-ci, en effet, sont produits aussi avec absorption de chaleur; mais leur formation est souvent, sinon même toujours, précédée par celle d'une simple combinaison d'acide et d'alcool, analogue à un sel ammoniacal, et produite de même par simple addition et avec un faible dégagement de chaleur : c'est la dissociation de cette combinaison, avec élimination d'eau, qui forme les éthers; de même que la dissociation des sels ammoniacaux forme les amides. Les lois des deux formations sont les mêmes et les éthers, aussi bien que les amides, sont plus stables que les composés dont ils dérivent.

» 5. Acétanilide : $C^{16}H^9AzO^2$.

Chal. de combustion moléculaire (2 dét.).. $+ 1016^{Cal},1$ à v. c.; $+ 1016^{Cal},8$ à p. c.
Chal. de formation par les éléments....... $+ 52^{Cal},1$

$C^4H^4O^4$ crist. $+ C^{12}H^7Az$ gaz $= C^{16}H^9AzO^2$ crist. $+ H^2O^2$ gaz.... $+ 13^{Cal},9$

» 6. BENZANILIDE : $C^{26}H^{11}AzO^{2}$.

Chal. de combustion moléculaire (2 dét.) .. $+1582^{Cal},2$ à v. c.; $+1583^{Cal},7$ à p. c.
Chal. de formation par les éléments .... $+ 22^{Cal},1$

$C^{14}H^{6}O^{4}$ crist. $+ C^{12}H^{7}Az$ gaz $= C^{26}H^{11}AzO^{2}$ crist. $+ H^{2}O^{2}$ gaz.... $+7^{Cal},1$

» Ce nombre resterait à peu près le même si l'on calculait la formation du benzanilide et de l'eau solide depuis le système obtenu en unissant par fusion l'acide benzoïque et l'aniline (voir plus haut); mais ce système ne saurait être assimilé à un benzoate d'aniline véritable.

» En résumé, la formation des anilides depuis l'acide solide et la base gazeuse dégage donc plus de chaleur que celle des amides correspondants: circonstance corrélative d'une plus grande stabilité opposée à l'action décomposante de l'eau. Cette stabilité plus marquée résulte aussi d'une autre cause agissant dans le même sens, je veux dire la faible chaleur de formation des sels d''aniline, laquelle tend dès lors à se régénérer plus péniblement que l'ammoniaque, parce que la formation des sels d'ammoniaque dégage plus de chaleur. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Participation des plaques motrices terminales des nerfs musculaires à la dépense d'énergie qu'entraîne la contraction. Influence exercée sur l'échauffement du muscle par la nature et le nombre des changements d'état qu'elles excitent dans le faisceau contractile;* par M. **A. Chauveau**.

« Pour les physiologistes, les organes en fonction sont des agents qui *travaillent* et dont l'activité fonctionnelle dépense de l'énergie, qui se disperse totalement en chaleur sensible rayonnante, parce que le *travail* de ces machines vivantes reste tout intérieur. Les muscles sont, eux aussi, dans ce cas quand on les fait fonctionner de manière à leur permettre de détruire eux-mêmes leur *travail mécanique extérieur*. En somme, c'est le *travail intérieur* ou le *travail physiologique* des tissus organiques et la dépense d'énergie qui en résulte que les physiologistes ont intérêt à connaître.

» Dans mes deux précédentes Communications, j'ai étudié la dépense d'énergie qu'entraîne le *travail intérieur* du muscle, c'est-à-dire la création de l'élasticité parfaite qu'acquiert l'organe mis en contraction pour équilibrer une charge à l'extrémité d'un levier osseux fixe ou animé d'un mouvement uniforme.

» La dépense d'énergie a été tout entière mise au compte du travail intérieur du tissu propre du muscle. Pourtant, dans ce cas, il n'y a pas que ce tissu qui travaille. La plaque nerveuse terminale joue aussi un rôle important, puisque c'est elle qui communique au faisceau musculaire l'excitation qui le met en tension élastique. Or cette excitation ne peut être considérée autrement que comme un travail physiologique intérieur spécial, impliquant une dépense d'énergie, c'est-à-dire une participation à l'échauffement que le muscle éprouve au moment de sa contraction. Que cette participation soit minime dans les conditions où nous nous sommes placés jusqu'à présent pour étudier l'élasticité active du muscle, *a priori*, cela semble incontestable. Mais on comprend que ces conditions puissent être modifiées, au point de modifier aussi, plus ou moins profondément, l'échauffement par lequel se traduit la dépense d'énergie dans la contraction musculaire.

» Il y a donc lieu d'étudier cette participation du travail de la plaque motrice terminale au mouvement énergétique qui se passe dans le muscle en contraction.

» Comme introduction à cette étude, je rappellerai la dernière expérience rapportée dans ma seconde Note (*Comptes rendus*, 15 juillet) et qui a pour objet la comparaison de l'échauffement suscité dans le muscle par la contraction statique et la contraction dynamique. Théoriquement, d'après le raisonnement et la construction graphique que j'ai donnée, l'échauffement, indice de l'énergie consacrée à la création de l'élasticité musculaire, devrait être, dans le cas de contraction dynamique, égal à la moitié de la somme des échauffements provoqués par les deux contractions statiques correspondantes. En fait, il a été constaté expérimentalement que l'échauffement produit par la contraction dynamique est un peu inférieur à cette moyenne. J'ai déjà dit que le déficit pourrait, à la rigueur, être considéré comme un écart purement accidentel. Mais je crois possible de démontrer que ce déficit trouve une explication naturelle dans certaines données, que nous utiliserons pour l'étude de la participation des plaques nerveuses terminales à la dépense d'énergie résultant de la contraction musculaire.

» Et d'abord, à quel moment du travail moteur se produit le déficit en question? Doit-on le placer pendant le travail positif ou pendant le travail négatif? Pour s'en assurer, il fallait étudier le travail moteur en en dissociant les deux phases, au lieu de les réunir, comme il a été fait jusqu'à présent.

» 1° *Comparaison de l'échauffement produit par le travail statique et le travail positif correspondant.* — Les expériences ont été faites avec la charge de 5kg, et la contraction musculaire n'a eu qu'une minute de durée. Donc, soutien de la charge à — 40° et à + 20° pendant une minute et soulèvement de cette charge de — 40° à + 20° dans le même temps. Moyenne des résultats obtenus :

Soutien fixe........	— 40°	Échauffement du biceps....	0°,126
»	+ 20	»	0,238
Soulèvement de.....	— 40 à + 20°	»	0,183

» Le dernier chiffre (échauffement produit pendant le travail extérieur positif) est justement la moyenne exacte des deux autres. Il ne faut attacher aucune importance à cette apparente précision, qui, en pareil cas, ne peut être qu'une coïncidence fortuite. Mais il paraîtrait bien, d'après cette série d'expériences, que le déficit dont nous cherchons la place ne se produit pas pendant le travail positif. Il s'y produit d'autant moins que cette sorte de travail entraîne une absorption d'énergie, diminuant la valeur de l'échauffement, lequel devrait être majoré en conséquence. D'où il résulte, en définitive, que l'énergie mise en œuvre par le muscle qui se contracte pour faire du travail positif est plus grande que la moyenne indiquée par la théorie pour la création de l'élasticité musculaire.

» 2° *Comparaison de l'échauffement dû respectivement au travail positif et au travail négatif.* — Les conditions des expériences instituées pour faire cette comparaison ont été celles de la série précédente : le biceps soulevait ou abaissait un poids de 4kg, en une minute, entre — 40° et + 20°.

» Résultats :

Soulèvement de...	— 40° à + 20°	Échauffement moyen du biceps...	0°,108
Abaissement de...	+ 20° à — 40°	» ...	0°,095

» Ainsi, le travail de descente, accompli d'une manière exactement symétrique au travail de montée, échauffe moins que ce dernier le tissu musculaire. Donc si, dans nos expériences types sur l'énergie mise en œuvre par le biceps faisant du travail statique ou du travail mécanique, l'échauffement observé avec ce dernier est réellement un peu inférieur à celui qui est indiqué par la théorie, le déficit provient de la phase négative de ce travail.

» Il n'y a guère à douter de l'exactitude de cette conclusion. Les résultats qui viennent d'être signalés plaident d'autant plus en sa faveur, que ces résultats ne donnent même pas la vraie mesure de la différence d'énergie, mise en œuvre dans les deux cas de travail positif et de travail négatif. En effet, de même qu'il faut majorer l'échauffement causé par le travail positif, de même il faut retrancher quelque chose à celui du travail négatif; car, dans ce dernier cas, la chaleur libérée ne provient pas tout entière de l'énergie mise en œuvre par le travail intérieur du muscle : une portion a pour origine le travail mécanique détruit pendant l'abaissement de la charge.

» Comment interpréter de tels résultats? On ne saurait les expliquer

que par l'intervention d'une cause intercurrente agissant inégalement, suivant les cas, à côté de la cause fondamentale, permanente, qui suscite la plus grande part de l'échauffement et qui réside dans la création de la tension élastique du tissu musculaire.

» Cette cause intercurrente variable ne peut être que l'excitation originelle de la contraction, c'est-à-dire le travail physiologique des plaques nerveuses terminales. Évidemment, ce travail varie, ainsi que l'échauffement qui en est la conséquence, dans les trois cas considérés.

» Ainsi, dans la contraction statique uniformément maintenue, l'excitation nerveuse qui provoque cette contraction est elle-même simple et uniformément prolongée. Tout au moins, peut-on admettre, en appliquant le principe du mouvement vibratoire, au nerf comme au muscle, que l'excitation est composée de phases successives tellement rapprochées qu'elles se fondent ensemble au point de ne pouvoir être distinguées les unes des autres.

» Dans le deuxième cas, celui du muscle employé à faire du travail extérieur positif, l'excitation nerveuse varie nécessairement du commencement à la fin de la contraction. C'est comme une excitation répétée en série croissante.

» Naturellement, avec le travail négatif, le cas est le même, mais de sens inverse : l'excitation répétée varie en décroissant.

» Or, ne peut-on pas supposer que l'excitation croissante exige plus d'énergie pour sa mise en œuvre que l'excitation décroissante? Cette hypothèse suffit à expliquer l'un des faits dont nous avons à chercher l'interprétation, je veux dire la supériorité de l'échauffement du travail positif sur celui du travail négatif.

» De plus, n'est-il pas vraisemblable que les excitations répétées communiquées au muscle par les plaques nerveuses terminales, dans le cas de travail positif, dépensent plus d'énergie et mettent ainsi en liberté plus de chaleur sensible que l'excitation simple, uniforme, plus ou moins prolongée, qui intervient dans la provocation de la contraction statique parfaitement fixe? Ceci expliquerait pourquoi l'échauffement constaté dans le cas de travail positif excède un peu celui que la seule activité du tissu musculaire est capable de produire, d'après la théorie.

» Cette seconde hypothèse se prêtait à une vérification expérimentale. Si vraiment l'excitation variable dépense plus d'énergie que l'excitation uniforme, la répétition des excitations variables transmises à un muscle employé à un travail moteur, d'une durée déterminée, doit augmenter l'é-

chauffement et l'accroître proportionnellement au nombre de ces excitations. Je me suis attaché à cette recherche dans les expériences suivantes :

» *Influence qu'exerce sur l'échauffement musculaire le nombre des mouvements accomplis par un muscle en contraction dynamique.* — Les renseignements propres à résoudre cette question ont été recueillis dans deux séries d'expériences dont je vais faire connaître les résultats.

» 1° *Comparaison de l'échauffement du muscle biceps, également raccourci par la contraction, pendant le même temps, d'une part dans le cas de soutien fixe d'une charge, d'autre part quand il y a répétition inégale du soulèvement et de l'abaissement de la même charge.* — Pour simplifier, le soutien fixe n'a été exécuté que dans la position de raccourcissement maximum $+20°$; les soulèvements et les abaissements alternatifs de la charge, au nombre de 1 et de 6, ont eu lieu entre $-40°$ et $+20°$. Charge : 3^{kg}. Durée de la contraction : deux minutes; par conséquent, les soulèvements et les abaissements duraient chacun soixante secondes ou dix secondes seulement, suivant le nombre des mouvements. Les chiffres de l'échauffement ont donné les moyennes suivantes :

	Échauffement.
	°
Soutien fixe à $+20°$	0,160
1 soulèvement et 1 abaissement entre $-40°$ et $+20°$	0,105
6 soulèvements et 6 abaissements entre $-40°$ et $+20°$	0,155

» *Ainsi la multiplication, même faible, des mouvements augmente très sensiblement l'échauffement.*

2° *Comparaison de l'échauffement dans le cas où le nombre des mouvements affecte trois valeurs différentes.* — Dans ces nouvelles expériences, on a choisi les nombres 4, 24, 120 mouvements de va-et-vient, accomplis en deux minutes, avec entraînement d'un poids de 3^{kg} entre $-20°$ et $+20°$ et entre $+20°$ et $-20°$. Ces nombres 4, 24, 120 permettent de donner à chacun des mouvements une durée facile à réaliser, parce qu'elle répond à une division régulière du cadran à secondes.

Ainsi, avec 4 va-et-vient, la durée de chacun est de 30 secondes
» 24 » » 5 »
» 120 » » 1 »

» Résultats moyens, au point de vue de l'échauffement :

				Échauffement.
				°
4	soulèvements et	4	abaissements	0,125
24	»	24	»	0,170
120	»	120	»	0,310

» Voilà donc une nouvelle démonstration très nette de l'augmentation de l'échauffement avec l'accroissement du nombre des mouvements accomplis par le muscle, toutes les autres conditions restant égales d'ailleurs.

Et, en effet, dans aucun des cas comparés, le muscle ne fait de travail mécanique proprement dit, à cause de la neutralisation réciproque du soulèvement et de l'abaissement de la charge; le travail de l'organe est exclusivement intérieur. De plus, la force élastique créée par la contraction musculaire reste en jeu pendant le même temps. Enfin, le muscle agissant constamment sur la même charge, avec les mêmes degrés de raccourcissement, cette force élastique présente toujours la même valeur absolue. En un mot, il n'y a que les excitations provocatrices de la création de l'élasticité musculaire qui ne soient pas identiques. Elles varient en nombre dans la proportion de 1 à 6 et à 30.

» L'échauffement, indice de l'énergie mise en œuvre par ce travail physiologique des plaques nerveuses terminales, varie-t-il dans la même proportion? Pour résoudre cette question, il faudrait connaître la valeur exacte de l'énergie consacrée à la création même de la force élastique du muscle. On déduirait cette valeur de l'énergie totale représentée par l'échauffement constaté; la différence ou le reste donnerait la valeur de l'énergie employée au travail des plaques motrices terminales. Malheureusement, il n'est pas possible de connaître exactement la part d'énergie dépensée par l'activité propre du tissu musculaire. On peut, il est vrai, faire des suppositions qui ont quelques chances de ne pas trop s'éloigner de la réalité. Ainsi, le chiffre 0°,120 représente peut-être la valeur de l'échauffement déterminé par la création même de l'élasticité musculaire. Si l'on adoptait ce chiffre, il resterait, dans les trois cas étudiés, pour la part d'échauffement revenant au travail physiologique des plaques terminales,

Avec les 4 mouvements	....	0°,005
» 24 »	....	0,050
» 120 »	....	0,190

» Il est facile de voir que la proportion n'est pas exacte entre le nombre des excitations et la valeur de l'échauffement corrélatif. Pour que l'exactitude de ce rapport fût réalisée, il faudrait qu'aux chiffres 0°,005, 0°,050, 0°,190, on pût substituer les nombres 0°,005, 0°,030 et 0°,150 ou d'autres nombres proportionnels à ces derniers. On pourrait certainement approcher assez près, en changeant la valeur arbitrairement attribuée à la participation du travail intérieur du tissu propre du muscle à l'échauffement général. Mais il est bien inutile de tâtonner ainsi dans les ténèbres. Le sens général des résultats obtenus dans les présentes recherches est assez

clair. Si nous ne pouvons tirer des expériences la démonstration d'une proportionnalité suffisamment approximative entre le travail présumé des plaques motrices terminales et l'échauffement qui en résulte, ou l'énergie qu'il dépense, au moins est-il bien démontré, par ces expériences, que *l'échauffement manifeste une tendance très marquée à s'élever avec le nombre des mouvements de raccourcissement et d'allongement qu'exécute le muscle, c'est-à-dire avec la multiplication des excitations qui provoquent ces mouvements, autrement dit avec le travail physiologique des plaques motrices terminales*.

» Il est important de faire remarquer que l'échauffement, quand le nombre des mouvements est considérable, peut atteindre et dépasser même très notablement celui qui résulte du soutien fixe de la charge avec le raccourcissement maximum du muscle. Ce résultat est en concordance avec celui qui a été obtenu par A. Fick, dans ses expériences comparatives sur l'échauffement du muscle de grenouille soumis à des excitations artificielles qui provoquent soit un tétanos vrai, avec fusion complète des secousses musculaires, soit un tétanos incomplet laissant les secousses parfaitement indépendantes. Mais mes expériences ne s'accordent guère avec les expériences analogues de J. Béclard. Je ne saurais m'expliquer actuellement comment ce physiologiste distingué a pu constater que le biceps de l'homme s'échauffe exactement de la même manière en faisant du travail moteur avec des oscillations nombreuses entre deux raccourcissements extrêmes déterminés, ou du travail de soutien dans un état de raccourcissement fixe d'une valeur intermédiaire. Il me paraît impossible d'obtenir, dans ce dernier cas, quelles que soient les conditions dans lesquelles on se place, autre chose qu'un échauffement moindre que dans le premier. »

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une comète par M.* Coggia, *à l'observatoire de Marseille*. Dépêche télégraphique de M. **Stéphan**, transmise par M. Mouchez.

« Comète découverte par M. Coggia à l'observatoire de Marseille. Voici sa position le 18 juillet 1890, à $10^h 31^m$ du soir :

Ascension droite..............	$8^h 48^m 51^s$
Distance polaire...............	$45^\circ 17', 2$

» Une observation du 19 juillet 1890 a donné pour cet astre la position suivante :

Ascension droite..............	$8^h 55^m 58^s$
Distance polaire..............	$45° 57', 2$

» La comète est assez brillante et présente une légère condensation centrale. Diamètre : 1′30″. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Alphonse Favre*, Correspondant de la Section de Minéralogie, décédé le 11 juillet à Genève.

Notice sur les travaux de M. Alphonse Favre; par M. **Daubrée.**

« De même que M. Jules Soret, qui nous a été enlevé il y a peu de semaines, M. Alphonse Favre, dont nous déplorons aujourd'hui la perte, appartenait à cette pléiade de savants qui, depuis Horace Benedict de Saussure, Pictet, de la Rive, Plantamour, ont illustré la ville de Genève. Comme la plupart de ses éminents compatriotes, qui ont appartenu ou appartiennent encore à notre Académie, il profita de la situation de fortune où il était né pour se vouer exclusivement aux progrès de la Science.

» Ce fut la Géologie qui, dès sa jeunesse, le fixa, attiré qu'il fut par la magnifique chaîne des Alpes, aussi pleine d'intérêt pour celui qui cherche à en comprendre la structure et l'origine, qu'elle offre de charmes à ceux qui sont en présence de ses aspects grandioses.

» Les dislocations et plissements des terrains, qui s'y montrent en dimensions colossales, l'ont beaucoup occupé. A diverses reprises, il a signalé les caractères de plis très contournés et accompagnés de renversements complets dans la stratification.

» Il a constaté que le Salève, surgissant dans une plaine, au milieu de la mollasse, se trouve sur une ligne anticlinale, dont il a trouvé, non loin de là, au sud du lac de Genève, un autre point bien caractérisé. Ces deux accidents remarquables sont situés sur le prolongement de la grande ligne anticlinale qui traverse la Suisse : située à une distance d'environ 10^{km} de la chaîne, cette ligne se continue vers l'est, le long d'une partie des Alpes de la Bavière, comme un résultat de la pression exercée par le soulèvement principal de la chaîne sur les massifs tertiaires.

» Le massif du mont Blanc, dont le jeune géologue pouvait de sa demeure contempler chaque jour la majestueuse cime, le captiva tout particulièrement. Il en fit l'étude avec autant d'exactitude que le comportaient les difficultés du sujet. La Carte géologique à l'échelle de $\frac{1}{150000}$, qu'il publia en 1862, comprend, dans une surface d'environ 5300^{km}, le groupe du mont Blanc et plusieurs autres massifs de hautes montagnes. Cette nouvelle Carte géologique, à une échelle beaucoup plus grande que celles qui l'avaient précédée, d'après les documents fournis par les états-majors des trois pays limitrophes, était aussi beaucoup plus riche en détails. Elle présentait des tracés nouveaux, notamment en ce qui concerne les terrains triasique et carbonifère. La dure existence que l'explorateur dut subir, pendant plus de vingt ans, au milieu de ces grandes escalades, fut cependant pour lui, en présence des beautés de la nature, la source de vives jouissances : « Le besoin de parcourir les Alpes, dit-il, est passé chez moi à » l'état de passion. » Cinq années après la Carte, parurent trois Volumes explicatifs, accompagnés d'un volumineux Atlas, où l'on trouve des faits pleins d'intérêt, par exemple le calcaire jurassique couronnant, à l'altitude de 2960^{m}, le gneiss des Aiguilles rouges.

» L'une des plus importantes questions traitées dans ce texte est celle du terrain anthracifère. De savants géologues avaient pensé y rencontrer une exception aux lois de la Paléontologie; car, à des couches de calcaire jurassique avec bélemnites se trouve superposé, notamment à Petit-Cœur, le terrain anthracifère contenant de nombreuses empreintes végétales qu'Adolphe Brongniart avait déclarées appartenir au terrain houiller. Ce fait bizarre donna lieu à de vifs débats, qui ne durèrent pas moins de trente-cinq années, et auxquels prirent part de nombreux géologues. On finit par reconnaître que les terrains stratifiés des Alpes ne présentent aucune anomalie dans la succession des êtres. Or, dès l'année 1841, M. Alph. Favre avait vu qu'on se trouvait en présence d'un renversement complet dans les couches, et c'est l'explication qui, finalement, a été reconnue vraie.

» Plusieurs géologues avaient indiqué l'existence du trias dans les Alpes occidentales; mais M. Alph. Favre a établi, le premier, d'une manière certaine, que les gypses, les carnieules et les dolomies, se trouvant au-dessous de la zone à *Avicula contorta*, appartiennent réellement à ce système. Cela permettait de délimiter plus sûrement le système anthracifère.

» L'étude des anciens glaciers, qui ont laissé sur la surface de la Suisse des vestiges si imposants et si caractéristiques, a spécialement fixé l'attention de M. Favre. On lui doit une Carte où, d'après les nombreux travaux

dont ils ont été l'objet et les observations personnelles de l'auteur, il les a figurés sur le versant nord des Alpes suisses, avec leurs contours, leurs moraines, leurs blocs erratiques, tels qu'on peut les observer encore actuellement. En les jalonnant ainsi au moyen de leurs blocs erratiques, on reconnaît que l'épaisseur de certains d'entre eux pouvait dépasser 1000^m et qu'il existait de grands plans de glace à pente presque nulle, comme on l'observe de nos jours au Groenland.

» Il convient encore de mentionner une Carte géologique du canton de Genève, à très grande échelle, exécutée surtout dans le but d'être utile à l'agriculture, et accompagnée d'un volume de texte.

» Après avoir eu si souvent l'occasion de suivre dans ses explorations les effets de refoulements ou d'écrasements latéraux des terrains stratifiés, M. Alph. Favre en étudia le mécanisme expérimentalement. La vue des photographies représentant les contournements qu'il a obtenus suffit pour faire apprécier leurs traits de ressemblance avec ceux de la nature.

» En résumé, depuis 1840, époque à laquelle remontent ses débuts, M. Alph. Favre a contribué puissamment à la solution des problèmes difficiles que soulève l'étude des Alpes, et qui, en même temps, éclairent des questions générales de l'histoire du globe.

» De 1844 à 1852, ce savant a professé la Géologie à l'Académie de Genève.

» Dans la personne de M. Alphonse Favre, à côté du savant distingué, on trouvait l'homme aimable, dont la finesse et l'originalité d'esprit se reflétaient dans sa physionomie et surtout dans son regard.

» Né le 30 mars 1815, Correspondant de l'Académie des Sciences depuis 1879, il s'est éteint sans souffrance le 11 juillet dernier. »

MÉMOIRES LUS.

HELMINTHOLOGIE. — *Sur les moyens de reconnaître les Cysticerques du* Tænia saginata, *produisant la ladrerie du veau et du bœuf, malgré leur rapide disparition à l'air atmosphérique.* Note de M. **A. Laboulbène.**

« Après avoir constaté, dans une précédente Communication, comment on est exposé à ne pas trouver les germes kystiques ou les Cysticerques produisant la ladrerie bovine, je vais rapporter une expérience récente et probante, pour arriver à reconnaître cette ladrerie sous ses divers aspects.

» Un veau de 2 mois a pris, dans du lait, le 13 mars 1890, douze anneaux mûrs ou cucurbitains de l'extrémité d'un long *Tænia saginata*. Le 24 mars, seconde prise de vingt cucurbitains d'un autre Ténia pareil, et cette fois, sur mes indications, les anneaux séparés ont été coupés dans le sens de la longueur, et placés au fur et à mesure dans du lait tiède. L'examen microscopique montre qu'une seule goutte de lait, prise dans la ration donnée, contient 2 ou 3 et même jusqu'à 25 à 30 œufs de Ténia, ou, pour parler plus exactement, d'oncosphères ou embryons hexacanthes.

» Le 19 mai, d'après mon conseil, une incision de 10^{cm} de longueur est pratiquée sur la fesse gauche du veau, pour l'ablation d'un morceau de muscle. L'examen à l'œil nu permet de constater, dans le tissu musculaire coupé en tranches minces, des corps demi-transparents, de forme oblongue, de la grosseur d'un gros grain de millet ou de chènevis. Ils sont formés par une première enveloppe kystique, conjonctive, résistante, renfermant une seconde vésicule, celle-ci très transparente, appartenant au Cysticerque proprement dit. La plaie, pansée à l'acide phénique, a été guérie en quelques jours.

» Le 30 mai, le veau a été tué par un boucher, au laboratoire des hautes études d'Anatomie comparée, puis traité et préparé comme s'il eût dû être livré à la consommation. Nous l'avons examiné avec MM. Georges Pouchet, Guichard et plusieurs personnes, contrôlant les uns par les autres nos observations.

» Les muscles à fibres striées présentent des Cysticerques, depuis ceux de la queue jusqu'à ceux moteurs du globe oculaire. Ce sont principalement les muscles du cou, de la tête, les intercostaux, qui paraissent le plus infestés. La moindre coupe pratiquée dans le sens des fibres laisse apercevoir des kystes, au milieu du tissu conjonctif périphérique et surtout interstitiel. La répartition n'est pas régulière : tantôt il y a deux kystes voisins l'un de l'autre, ailleurs un seul isolé, parfois trois ou quatre sont réunis sur un petit espace.

» La forme des kystes est allongée; cette forme est donnée par la direction longitudinale des fibres musculaires. Il suffit de tirer sur les deux extrémités d'un faisceau de fibres, pour allonger la petite ampoule; le faisceau fibrillaire étant, au contraire, coupé en travers à proximité du Cysticerque, le kyste prend une forme plus sphéroïdale. La dimension est variable depuis la grosseur d'un gros grain de chènevis (2^{mm} à 4^{mm}), jusqu'à 6^{mm} à 8^{mm}. Il est juste de tenir compte des deux infections qui ont eu lieu à onze jours de distance et pouvant donner des Cysticerques d'âges différents.

» Pour extraire le Cysticerque, il suffit d'exercer une pression légère sur le kyste, avec le dos du scalpel, après avoir enlevé les fibres musculaires superposées. On arrive au même résultat en ouvrant l'ampoule avec la pointe de fins ciseaux; le Cysticerque fait saillie et sort du kyste, qui s'affaisse de suite.

» Le Cysticerque, renfermé dans son kyste, aussi bien qu'isolé, se réduit rapidement de lui-même au contact de l'air; il devient à peine perceptible pour un œil non prévenu; mais le desséchement n'a pas lieu si une couche aponévrotique, fibreuse, résistante recouvre le kyste.

» Le Cysticerque, isolé prend une forme ovalaire et même arrondie; il est parfaitement transparent, avec une tache allongée, blanchâtre, placée sur un des bords et dirigée vers l'intérieur. Cette partie caractéristique est constituée par la tête invaginée; elle apparaît nettement en se retournant sur elle-même et faisant saillie au

dehors, quand on plonge un Cysticerque vivant dans un mélange d'eau distillée avec un tiers d'alcool. La tête se montre alors sans proboscide, avec ses quatre ventouses, dépourvue de crochets, tout à fait inerme.

» J'ai souvent fixé une épingle à côté des kystes, afin de les retrouver. J'ai laissé des fragments de viande se dessécher sous mes yeux, puis se racornir au soleil, et, toujours assuré par des épingles de la situation des Cysticerques, j'ai facilement trouvé la tête et le cou formant un point blanchâtre.

» En mettant de l'eau pure sur un kyste affaissé, en voie de desséchement, celui-ci reparaissait. En plaçant dans l'eau additionnée d'acide acétique ou d'acide nitrique, ou encore dans un mélange d'eau, de glycérine et d'acide acétique, un fragment de viande fortement desséchée, racornie, enlevé autour du point blanchâtre et caractéristique, je faisais gonfler et réapparaître le Cysticerque.

» Il résulte de cette expérience, confirmant les faits que j'avais déjà observés, la preuve de la diminution rapide du volume, puis de l'affaissement et de la disparition des kystes ainsi que des vésicules du Cysticerque inerme, par évaporation de leur contenu. Cette disparition n'a pas lieu sous les aponévroses, ni au milieu des masses musculaires. Malgré la dessiccation du kyste et de la vésicule incluse, la tête, existant toujours, reste sous l'aspect d'un point blanchâtre.

» D'autre part, si l'on met de l'eau pure, soit distillée, soit bouillie et filtrée, stérilisée en un mot, sur la vésicule flétrie, celle-ci devient apparente. Sur la viande un peu sèche, ou même desséchée, l'application d'un liquide approprié fait réapparaître le kyste et le Cysticerque inclus. Si l'on enlève, autour du point précis indiqué par la tête formant une tache blanchâtre, un morceau de tissu musculaire, et qu'on le mette dans l'eau ou la glycérine acidulées, le kyste devient reconnaissable.

» On peut dire que la recherche du Cysticerque inerme, dans la viande de boucherie, est plus facile que celle des Trichines dans la viande du porc.

» Pour rendre absolument inoffensive, au point de vue de la production du Ténia inerme, une viande de veau ou de bœuf suspectée de ladrerie, il suffit de la faire cuire avec soin et suffisamment. La viande bouillie ou rôtie, ayant éprouvé, non seulement à la surface, mais aussi à l'intérieur, une chaleur de 50° C. à 60° C., est assainie. Le Cysticerque inerme ne peut supporter, sans périr, une telle température. Quant à la viande crue, employée dans un but thérapeutique, elle ne peut nuire par des Cysticerques inaperçus ou méconnus, si elle est pulpée avec soin et passée à travers les mailles d'un très fin tamis. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De la sensibilité des plantes, considérées comme de simples réactifs.* Note de M. **Georges Ville.**

« Comme suite à mes précédentes Communications sur l'analyse de la terre par les plantes, je vais montrer que les plantes, considérées comme de simples réactifs, possèdent une sûreté d'indications et un degré de sensibilité auxquels, au premier abord, on ne pourrait se résoudre à croire; puis, que, sous le rapport de la sensibilité, les ferments, la levure de bière en particulier, vont bien au delà des végétaux supérieurs. Je prendrai, comme premier exemple, la recherche de l'acide phosphorique.

» J'ai montré depuis longtemps que vingt-deux grains de blé de mars, cultivés dans du sable calciné et arrosé avec de l'eau distillée, donnent un poids de récolte compris entre 18^{gr} et 22^{gr}. Mais, pour obtenir ce résultat, il faut ajouter au sable calciné $0^{gr},110$ d'azote à l'état de nitre, associé aux minéraux que la végétation réclame, parmi lesquels le phosphate de chaux entre pour 2^{gr}. Dans ces conditions absolument artificielles et en dehors de toute condition indéterminée, la végétation accuse un état prospère. Le chaume du froment est droit et rigide, les feuilles sont d'un vert franc, quoique tirant un peu sur le jaune; la plante fleurit et donne du grain, qui, semé à son tour, germe et se comporte absolument comme celui que l'on récolte dans la bonne terre.

» Supprime-t-on le phosphate de chaux, toutes les autres conditions de l'expérience étant maintenues, pendant la première quinzaine aucun phénomène perturbateur ne se manifeste; mais, dès que les deuxièmes feuilles commencent à paraître, l'accroissement s'arrête, les feuilles s'étiolent, le blé s'éteint et meurt. Ainsi, pas de phosphate, pas de végétation.

» Que l'on tente une troisième expérience, en tout conforme à la précédente, dans laquelle on ajoute au sable calciné $0^{gr},01$ de phosphate de chaux, c'est-à-dire $0^{gr},004$ d'acide phosphorique ou $0^{gr},002$ de phosphore, les plantes ne meurent plus, la végétation suit son cours normal, le froment donne un épi avec des vestiges de grains; on obtient finalement 6^{gr} de récolte.

» De tout ceci il résulte que le froment accuse la présence, dans le sable (1000^{gr}), de 1 cent-millième de phosphate de chaux, de 4 millionièmes d'acide phosphorique, par 6^{gr} de récolte, laquelle représente 600 fois le poids du phosphate, 1500 fois celui de l'acide phosphorique, 2300 fois le poids du phosphore.

» Que l'on sème maintenant dans le sable calciné, non plus du froment, mais des pois, avec $0^{gr},110$ d'azote à l'état de nitrate de potasse et tous les minéraux réclamés par la végétation, mais à l'exclusion du phosphate de chaux, que se passe-t-il?

» 10 pois pesant $2^{gr},33$ et contenant $0^{gr},029$ d'acide phosphorique ont produit, en l'absence du phosphate de chaux, $10^{gr},60$ de récolte, dans laquelle la graine figure pour $1^{gr},75$ contenant $0^{gr},009$ d'acide phosphorique. D'autre part, 10 graines de cette dernière origine, cultivées dans les mêmes conditions que les précédentes, n'ont donné que $2^{gr},75$ de récolte, mais la plante n'a plus fleuri, ni porté graine; les pois de la deuxième génération se comportent comme le froment cultivé avec $0^{gr},01$ de phosphate.

» Ainsi voilà des faits qui démontrent que le froment et les pois permettent de découvrir 1 cent-millième de phosphate de chaux.

» Je rapporte dans mon Mémoire un grand nombre de faits conformes aux précédents, attestant comme eux une grande sensibilité. Malgré leur concordance, tous ces faits ne sont que des approximations presque grossières par rapport aux résultats nouveaux qu'il me reste à présenter.

» Lorsque M. Pasteur préluda à ses grandes découvertes sur le rôle des microbes par ses études sur la fermentation alcoolique, frappé de la facilité avec laquelle on peut cultiver la levure de bière à l'aide de sels minéraux et azotés, sollicité de plus par mes études antérieures sur la possibilité d'effectuer de véritables analyses par les plantes, l'idée me vint de tenter la même recherche à l'aide de la levure de bière.

» Pour toutes les expériences, on s'arrêta aux conditions suivantes :

» 30^{gr} de sucre dans 1^{lit} d'eau, avec $0^{gr},093$ d'urée contenant $0^{gr},043$ d'azote et une quantité variable de sels, phosphates, potasse, magnésie, etc., allant de $1^{gr},450$ à $0^{gr},475$; les deux fermentations ont consommé les 30^{gr} de sucre, la première en 240 heures, l'autre en 306 heures.

» Alors, la dose des minéraux étant maintenue à $0^{gr},475$, on fit varier la proportion de levure de $0^{gr},200$ à $0^{gr},00002$. Dans ces diverses conditions, la marche de la fermentation a été très uniforme et toujours très rapide; la durée a été de 216 à 503 heures. Cette concordance montre combien ce mode d'investigation est susceptible de régularité et de précision. Puis on fit varier la dose des minéraux de $0^{gr},475$ à $0^{gr},0009$, le phosphate passant de $0^{gr},250$ à $0^{gr},0005$, et voici les résultats donnés par cette nouvelle série :

» 1° Avec $0^{gr},475$, c'est-à-dire $0^{gr},250$ de phosphate, c'est-à-dire 2 dix-millièmes de phosphate par rapport au poids du liquide, la fermentation a duré 306 heures ; 30^{gr} de sucre ont disparu : 120 fois le poids du phosphate.

» 2° Avec $0^{gr},0950$ de mélange salin ou $0^{gr},050$ de phosphate, c'est-à-dire 5 cent-millièmes du poids du liquide, la fermentation a duré 306 h., et il a disparu 30^{gr} de sucre, c'est-à-dire 600 fois le poids du phosphate.

» 3° Avec $0^{gr},009$ du mélange salin ou $0^{gr},005$ de phosphate, c'est-à-dire 5 millionièmes de phosphate, la fermentation a duré 1004 heures; la quantité de sucre disparu s'est élevée à $26^{gr},37$, c'est-à-dire à 5000 fois le poids du phosphate.

» 4° Enfin, avec $0^{gr},00095$ du mélange salin ou $0^{gr},0005$ de phosphate de chaux, c'est-à-dire 5 dix-millionièmes du poids du liquide, $17^{gr},28$ de sucre ont disparu, c'est-à-dire 34000 fois le poids du phosphate employé.

» Enfin, si l'on supprime absolument les minéraux et les phosphates, la fermentation ne se manifeste que par des effets à peine sensibles. La levure vit sur son propre fonds. Le sucre disparu s'élève à $1^{gr},423$, ce qui a exigé 640 heures; mais, à partir de ce moment, la fermentation s'arrête et la consommation du sucre cesse complètement.

» Il résulte donc des faits qui précèdent que, avec la levure de bière, on a pu reconnaître la présence de $0^{gr},0005$ de phosphate dilué dans 1^{lit} d'eau, ce qui correspond à 5 dix-millionièmes du poids du liquide.

» C'est ici le lieu de rappeler que M. Raulin m'a précédé dans cette voie, et je rapporte dans mon Mémoire les résultats qu'il a obtenus avec l'*Aspergillus niger*, conformes de tous points à ceux que j'avais moi-même *réalisés avec le froment*.

» Malgré la sensibilité extrême de la levure de bière, il ne faut pas perdre de vue que les plantes agricoles n'en demeurent pas moins des réactifs d'une sûreté et d'une délicatesse incomparables. Je citerai comme exemple la canne à sucre, dont le phosphate de chaux est précisément la dominante. Avec l'engrais complet, la canne a donné 57000^{kg}. Supprime-t-on le phosphate, la récolte est de 15000^{kg}. 600^{kg} de superphosphate de chaux, contenant 90^{kg} d'acide phosphorique, ont suffi pour déterminer un excédent de récolte de 42000^{kg} à l'hectare, ce qui représente 70 fois le poids du phosphate et 466 fois le poids de l'acide phosphorique. Rapporté aux 4000000^{kg} de terre végétale qui recouvrent la surface d'un hectare, le phosphate représente moins de 1 six-millième du poids de la terre, et l'acide phosphorique moins de 1 quarante-millième.

» Les expériences sur la levure de bière que je viens de rapporter remontent à 1867; je ne retiens en ce moment de cette étude que le principe de la méthode et son incomparable sensibilité; je me réserve de fixer ultérieurement le cadre de son application pour découvrir, à l'état où ils sont assimilables, les quatre termes fondamentaux de la production végé-

tale, dont la présence dans la terre fait le succès de la culture et en règle les produits.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la production, par les décharges électriques, d'images reproduisant les principales manifestations de l'activité solaire.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu, Mascart.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques photographies mettant en évidence les résultats de mes dernières études sur la constitution de la décharge électrique d'une machine Wimshurst et de la bobine Ruhmkorff (grand modèle, 100 000^{m} de longueur du fil secondaire) sur une plaque enfumée. Les images de l'étincelle électrique, produite à travers la couche pulvérulente assez mobile de noir de fumée, montrent que la décharge consiste en deux mouvements tourbillonnaires, de direction opposée. On observe une trace blanche, dentelée, produite dans la couche de noir de fumée, qui n'est que la projection des tourbillons aériens sur la plaque de glace enfumée; une strie noire, visible au milieu de cette trace blanche dentelée, représente l'*œil* du petit cyclone aérien produit par la décharge électrique. Ce qui est digne de remarque, c'est que la trace noire va en disparaissant progressivement au milieu de la trace blanche, entre les points négatif et positif du déchargeur, indiquant ainsi la destruction des deux mouvements tourbillonnaires de directions opposées, à moitié chemin entre ces points.

» L'examen de ces figures indique ainsi ce qui se passe pendant la décharge, en raison de la mobilité des particules de noir de fumée, beaucoup mieux que ne le peuvent montrer les décharges produites sur les plaques de gélatinobromure d'argent.

» Ces expériences m'ont conduit à une confirmation de ma théorie électrodynamique du Soleil. J'ai eu l'idée de produire la décharge en rapprochant de la couche de noir de fumée déposée sur une plaque de verre assez grande le bouton positif du déchargeur d'une machine de Wimshurst, tandis que le bouton négatif était placé à une distance de 10^{cm} à 20^{cm} de la surface postérieure, non enfumée, de la plaque bien desséchée. Au milieu de la plaque, est collé un disque circulaire d'étain, qui se charge par le bouton positif très rapproché. Les décharges, sans produire d'étincelles, transportent le noir de fumée du bord du disque circulaire, et l'on

obtient les lignes de force électrique, dessinées en transparence sur le fond noir de la plaque enfumée.

» Le résultat présente alors l'image surprenante d'une éclipse totale de Soleil; le disque circulaire métallique représente, pour ainsi dire, la Lune couvrant le disque solaire; les lignes de force électrique produisent au bord du disque toutes les apparences de protubérances solaires, éruptives et aurorales, linguiformes, hautes et basses, qui représentent la chromosphère du Soleil, dentelée et surmontée par les protubérances éruptives; même les formes contournées en spirales s'y retrouvent. Enfin, on voit des étincelles plus longues, atteignant les bords de la plaque de verre, qui produisent des traces curvilignes, comme on en observe dans la couronne solaire pendant une éclipse totale. Les rifts des Anglais sont représentées d'une manière merveilleuse dans ces décharges électriques à travers des couches mobiles pulvérulentes.

» En faisant l'expérience dans une chambre noire, on voit des flammes rouges, provenant du bord de la feuille circulaire d'étain, qui représentent l'apparence, les formes et la couleur de protubérances vues pendant une éclipse totale de Soleil....

» En enfumant des boules de verre, et en déchargeant, sur la surface noircie de la même manière, l'électricité d'une machine Wimshurst ou de la bobine de Ruhmkorff, on voit se former des taches blanches, grisâtres au bord, dont les photographies (négatives) donnent la représentation de groupes de taches, de leur pénombre, de leur intérieur spiraloïde, et de ponts lumineux (¹).... »

M. **Desbourdieu** soumet au jugement de l'Académie un appareil d'explosion automatique.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann.)

M. de **Scey-Montbéliard** adresse un Mémoire intitulé « Parallélisme de l'Acoustique et de l'Optique ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

(¹) J'avais déjà, en 1885, dans mon Ouvrage *La Météorologie du Soleil et du système planétaire,* expliqué les formes spiraloïdes des taches et leurs pénombres, par des mouvements tourbillonnaires produits par les décharges électriques vers les essaims d'étoiles filantes, ou la couronne même, au voisinage de couches coronales extérieures.

M. **A. Gouzot** adresse un Mémoire sur divers instruments d'Astronomie.

(Renvoi à l'examen de MM. Mouchez et Lœwy.)

CORRESPONDANCE.

M. **Albert Gaudry** présente à l'Académie une brochure intitulée : « *Edmond Hébert* », et s'exprime en ces termes :

« La famille de M. Hébert a réuni sous la même couverture les discours qui ont été prononcés sur notre éminent et regretté Confrère, soit lors de ses funérailles, soit quand une pieuse troupe d'amis a été déposer sur sa tombe le médaillon de bronze où ses traits sont gravés. La famille de M. Hébert m'a chargé d'en faire hommage à l'Académie. Certainement, tous nos Confrères seront heureux d'avoir ce souvenir d'un homme qu'ils ont beaucoup aimé et qui a conquis une place importante dans la Science par la lumière qu'il a jetée sur la grande histoire des âges passés. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la combinaison des observations.* Note de M. **R. Lipschitz**, présentée par M. Bertrand.

« Gauss, dans une Note intitulée *Bestimmung der Genauigkeit der Beobachtungen,* publiée en 1816 et insérée dans le Tome IV de ses *Œuvres,* page 109, a fait remarquer que l'on peut généraliser quelques théorèmes de Laplace, qui expriment la probabilité correspondant à l'espérance que la somme de m erreurs d'observation prises positives, ou la somme des carrés de m erreurs soit contenue entre des limites données. En indiquant ses résultats nouveaux sans démonstration, Gauss a appuyé sur le fait qu'ils valent pour une loi quelconque des erreurs d'observation.

» Or, comme personne n'en a publié, à ce que je sais, une démonstration qui satisfait à la condition mentionnée, je me permettrai d'exposer une méthode qui me semble conduire au but désigné.

» Dénotons par $\varphi(v)$ la probabilité du fait qu'une erreur d'observation va tomber entre les quantités v et $v+dv$, et supposons que l'on aura fait d'une quantité mesurable m observations indépendantes, qui comportent les m erreurs respectives $v, v', \ldots, v^{(m-1)}$. Alors on sait que la probabilité Ω de l'espérance qu'une fonction $F(v, v', \ldots, v^{(m-1)})$ des m erreurs soit conte-

nue entre les limites $-g$ et g est déterminée par l'intégrale de l'ordre $m^{\text{ième}}$

$$\Omega = \int\int \ldots \varphi(v)\, dv\, \varphi(v')\, dv' \ldots \varphi(v^{(m-1)})\, dv^{(m-1)},$$

où les variables $v, v', \ldots, v^{(m-1)}$ sont restreintes par les inégalités

$$-g < \mathrm{F}(v, v', \ldots, v^{(m-1)}) < g.$$

» Maintenant l'intégrale Ω se prête à l'application du facteur discontinu de Dirichlet. Ce moyen d'analyse a été introduit par son auteur en faisant considérer que l'expression

$$\mathrm{D}(\gamma) = \frac{2}{\pi}\int_0^\infty \frac{\sin t}{t} \cos\gamma t\, dt$$

est égale à l'unité tant que la quantité réelle γ est placée entre -1 et $+1$, mais s'évanouit aussitôt que γ devient algébriquement plus petite que -1 ou plus grande que $+1$. Si l'on écrit, au lieu de la fonction de t, une intégrale définie très simple, en posant

$$\frac{\sin[(1+\gamma)t] + \sin[(1-\gamma)t]}{t} = \int_{-1}^{1} \cos[(y-\gamma)t]\, dy,$$

et si l'on ajoute la représentation du cosinus par la fonction exponentielle à l'argument imaginaire, on obtient la transformation du facteur discontinu en intégrale double

$$\mathrm{D}(\gamma) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} dt \int_{-1}^{1} e^{i(y-\gamma)t}\, dy.$$

» Il suffit donc de remplacer la quantité γ par le quotient

$$\frac{\mathrm{F}(v, v', \ldots, v^{(m-1)})}{g},$$

afin de changer la valeur de Ω dans l'intégrale de l'ordre $(m+2)^{\text{ième}}$

$$\Omega = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} \ldots \varphi(v)\, dv\, \varphi(v')\, dv' \ldots \varphi(v^{(m-1)})\, dv^{(m-1)} \int_{-\infty}^{\infty} dt \int_{-1}^{1} e^{i(y-\gamma)t}\, dy.$$

» Étudions cette intégrale en posant la fonction $\mathrm{F}(v, v', \ldots, v^{(m-1)})$ égale à l'excès de la somme des puissances $n^{\text{ièmes}}$ de m erreurs d'observation, divisée par m, sur la valeur la plus vraisemblable de ce quotient. Si l'on prend les erreurs avec deux signes effectifs, cette valeur est égale à l'intégrale $\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x) x^n\, dx$, qui, à cause de l'hypothèse faite $\varphi(-x) = \varphi(x)$, s'annule pour n impair, et que nous dénoterons par $\mathrm{L}^{(n)}$ pour n pair. Pourvu que l'on multiplie les erreurs $v, v', \ldots$ par les unités $r, r', \ldots$ cor-

respondant aux signes respectifs, la valeur la plus vraisemblable de la somme $\frac{2v^n + \varepsilon' v'^n + \ldots + \varepsilon^{(m-1)} v'^n}{m}$ pour n impair est déterminée par l'intégrale

$$2\int_0^\infty \varphi(x)x^n\,dx = k^{(n)}.$$

On a donc, selon les trois cas distingués, les expressions de $F(v, v', \ldots, v^{(m-1)})$

$$\text{(I)} \qquad \frac{v^n + v'^n + \ldots + (v^{(m-1)})^n}{m}, \quad n \text{ impair,}$$

$$\text{(II)} \qquad \frac{v^n + v'^n + \ldots + (v^{(m-1)})^n}{m} - L^{(n)}, \quad n \text{ pair,}$$

$$\text{(III)} \qquad \frac{\varepsilon v^n + \varepsilon' v'^n + \ldots + \varepsilon^{(m-1)}(v^{(m-1)})^n}{m} - R^{(n)}, \quad n \text{ impair.}$$

» Or les approximations requises des intégrations séparées par rapport aux variables v, v' se déterminent en suivant la route frayée par *Laplace*. Dans le premier cas, c'est l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{iv^n}{mg}t}\varphi(v)\,dv,$$

qui, en étendant le développement de la fonction jusqu'au terme de l'ordre t^2 près, parce qu'on a $\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(v)\,dv = 1$ et pour n impair $\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(v)^n\,dv = 0$, se transforme dans l'expression $1 - \frac{1}{2}\frac{L^{(2n)}}{m^2g^2}t^2$, au lieu de laquelle on met l'exponentielle $e^{-\frac{1}{2}\frac{L^{(2n)}}{m^2g^2}t^2}$, où il faut admettre que la quantité $\frac{L^{(2n)}}{m^2g^2}$ soit petite. Le produit des m intégrales semblables donne donc la valeur $e^{-\frac{1}{2}\frac{L^{(2n)}}{mg^2}t^2}$, où la quantité $\frac{L^{(2n)}}{mg^2}$ est supposée non croissante. Cela étant, nous acquérons pour la valeur approchée de Ω l'intégrale double

$$\Omega = \frac{1}{2\pi}\int_{-1}^{1}dy\int_{-\infty}^{\infty}dt\,e^{-\frac{1}{2}\frac{L^{(2n)}}{mg^2}t^2 + iyt}.$$

» Comme pour une valeur positive de x et pour une valeur quelconque réelle de λ, on a

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-xz^2+\lambda z i}\,dz = \sqrt{\frac{\pi}{x}}\,e^{-\frac{\lambda^2}{4x}},$$

il est clair que Ω se change dans l'intégrale

$$\text{(I)} \qquad \Omega = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^1 \sqrt{\frac{m}{2\,\mathrm{L}^{(2n)}}}\, g e^{-\frac{m}{2\,\mathrm{L}^{(2n)}} g^2 y^2}\, dy.$$

» On trouve pareillement, dans les deuxième ou troisième cas,

$$\text{(II)} \qquad \Omega = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^1 \sqrt{\frac{m}{2\left(\mathrm{L}^{(2n)} - \mathrm{L}^{(n)}\mathrm{L}^{(n)}\right)}}\, g e^{-\frac{m}{2\left(\mathrm{L}^{(2n)} - \mathrm{L}^{(n)}\mathrm{L}^{(n)}\right)} g^2 y^2}\, dy,$$

ou respectivement

$$\text{(III)} \qquad \Omega = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^1 \sqrt{\frac{m}{2\left(\mathrm{K}^{(2n)} - \mathrm{K}^{(n)}\mathrm{K}^{(n)}\right)}}\, g e^{-\frac{m}{2\left(\mathrm{K}^{(2n)} - \mathrm{K}^{(n)}\mathrm{K}^{(n)}\right)} g^2 y^2}\, dy.$$

» Les résultats (II) et (III) sont ceux proposés par *Gauss* dans l'endroit visé : le résultat (I) pour $n = 1$ est mis en usage dans la Note de *Dirichlet*, intitulée : *Ueber die Methode der kleinsten Quadrate*, parue en 1836, et insérée dans le tome I de ses *Œuvres*, page 279. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Diagrammomètre; auxiliaire mécanique pour les études des courbes*. Note de M. le colonel **Kozloff**, présentée par M. Marey.

« Le *diagrammomètre* est le premier essai qui ait été fait pour comparer et étudier exactement les courbes. Le but de cet appareil est d'obtenir en même temps les solutions des divers problèmes qui concernent la mesure de tous les éléments d'une courbe ou d'un diagramme. Le diagrammomètre démontre la possibilité : *a*. de transformer les données numériques des observations en poids qui en sont les symboles; *b*. de déterminer automatiquement ces poids suivant la grandeur, la direction et la forme de la courbe; *c*. d'avoir, automatiquement aussi, sur un cadran disposé à cet effet, l'expression exacte de la mesure des diverses parties du diagramme qui représente, soit les résultats moyens, soit toute autre combinaison mathématique servant à la détermination des courbes.

» A l'extérieur de l'appareil, se trouve le Tableau graphique appelé *diagrammographe*. Ce Tableau sert à la construction et à la comparaison des diverses courbes, et permet de figurer très exactement, et d'une façon uniforme, plusieurs courbes à la fois. Le Tableau est situé dans un plan ver-

tical sur lequel sont tracées cent lignes horizontales et équidistantes. En avant du Tableau se trouvent disposés des fils noirs verticaux sur lesquels on peut faire glisser des anneaux ou des curseurs. En élevant ou en abaissant les anneaux, on peut figurer sur le Tableau une courbe quelconque, conformément au système des coordonnées orthogonales de la Géométrie analytique. Les fils noirs verticaux représentent les abscisses $1, 2, 3, \ldots, n$; les différentes hauteurs des anneaux par rapport à une horizontale quelconque représentent les ordonnées, que nous désignerons par $y_1, y_2, y_3, \ldots, n$. Un cordon de couleur passé à l'avance dans tous les anneaux permet de figurer instantanément la courbe qui correspond à un Tableau de chiffres.

» En substance, le mécanisme du *diagrammomètre* est fondé sur celui des balances. Aux fléaux de ces balances sont adaptées des chaînes qui rompent ou rétablissent l'équilibre suivant qu'on les lève ou les abaisse. Des aiguilles qui se trouvent dans la partie supérieure de l'armoire des cadrans montrent les indications des mesureurs. A chacune des ordonnées, correspond une chaîne verticale accrochée au fléau d'une des balances. Lorsqu'on relève l'anneau mobile d'une longueur déterminée, l'extrémité inférieure de la chaîne se relève d'une quantité égale ou complémentaire, et ne pèse plus sur le fléau que d'un poids proportionnel à la longueur figurée par l'ordonnée. L'élévation de telles ou telles chaînes des éléments demande, pour être en équilibre, des chaînes contrepoids sur l'autre extrémité du fléau. Les chaînes de contrepoids, unies aux tambours des mesureurs, sont reliées aux aiguilles des cadrans. En outre, la grandeur des chaînes, leur poids (général et spécial), leur mode de jonction, ainsi que leur direction et leur mouvement, dépendent du mouvement des fils verticaux, dans les anneaux desquels circule le cordon (rouge) de la courbe.

» Les mesurages des parties des diagrammes nous donnent des déductions nécessaires pour déterminer les moyennes et le caractère des transformations des courbes. Ces mesurages donnent de nouvelles généralisations qui déterminent les mouvements des phénomènes étudiés sous toutes leurs faces. Les six mesureurs sont choisis dans le premier modèle, comme exemples des six types des diverses généralisations. Ces mesureurs donnent :

» 1. La *moyenne arithmétique*, c'est-à-dire la somme des ordonnées divisée par leur nombre, ce qui correspond à l'intégrale $\int y\,dx$. En remplaçant la chaîne uniforme par une chaîne *profilée*, on peut obtenir aussi la *moyenne arithmétique des carrés* des ordonnées, ce qui correspond dans le Calcul intégral à $\int y^2 dx$.

» 2. La *probabilité de la valeur moyenne arithmétique*, c'est-à-dire la somme des amplitudes des éléments de la courbe ou la somme des carrés de l'amplitude. Si l'on désigne par $\delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_n$ les différences entre l'ordonnée moyenne y_0 et les données $y_1, y_2, \ldots, y_n$, il s'agit d'obtenir la moyenne arithmétique des différences prises en valeur absolue ou des écarts δ de la moyenne. On a, pour le Calcul intégral, l'expression $\int + \sqrt{(y-y_0)^2}dx$. Mais si l'on remplace la chaîne uniforme par la chaîne profilée, on obtient de même la *probabilité de la moyenne des carrés* y^2, et plus généralement de la moyenne $\varphi(y)$ d'une fonction quelconque de la loi connue ou inconnue, c'est-à-dire $\int \varphi(\delta)\,dx$.

3. *L'intensité des écarts* entre les valeurs successives de la courbe, c'est-à-dire la longueur de son profil. Cette longueur détermine l'intensité des changements des éléments successifs. Elle donne l'intégrale $\int \sqrt{1+y'2dx}$. Cette mesure ne se détermine pas par les balances, mais au moyen de tambours à ressorts.

4. *Moyenne des maxima*, c'est-à-dire la somme des ordonnées de la moitié supérieure du diagramme. Si l'on désigne par $\delta_1, \delta_2, \delta_3 \ldots, \delta_n$ les écarts des ordonnées, c'est-à-dire les différences des ordonnées et de leur moyenne, le mesureur indique la moyenne arithmétique des valeurs positives de δ et en Calcul intégral $\int \varepsilon\delta\,dx$, en supposant ε égal à o pour δ négatif, et égal à 1 pour δ positif. Plus généralement, par les chaînes profilées, on obtiendra les intégrales $\int \varepsilon\delta^2\,dx$ et $\int \varepsilon\varphi(\delta)\,dx$.

» 5. *Mouvement probable de la moyenne*, ou somme des ordonnées de la courbe dans leur progression arithmétique. Pour cela, les chaînes agissent sur les éléments d'un levier du second genre. Le mesureur indique la moyenne des produits

$$1y_1 + 2y_2 + 3y_3 + \ldots + ny_n,$$

et dans le Calcul intégral l'expression $\int xy\,dx$. Par les chaînes profilées on obtient donc, d'une façon générale, l'intégrale $\int x\varphi(y)\,dx$. En les faisant agir sur un levier du second genre, on peut aussi obtenir des résultats qui correspondent à ceux qui sont indiqués par le deuxième et le quatrième mesureur. On aura ainsi d'une manière générale les intégrales $\int x\varphi(\delta)\,dx$ et $\int \varepsilon x\varphi(\delta)\,dx$.

» 6. *Résumé général.* — Enfin, un dernier cadran permet de réunir les résultats obtenus par tous les mesureurs ou par quelques-uns d'entre eux seulement.

» Nous espérons que le diagrammomètre sera un auxiliaire précieux pour tous ceux qui étudient les sciences appliquées, les sciences d'observation, les lois de la statistique. En figurant sur l'appareil les données numériques d'un phénomène quelconque, en déterminant pour ainsi dire instantanément et simultanément les nombres qui représentent les diverses particularités du phénomène observé, en variant les profils des chaînes, en changeant leurs distances aux points d'appui, il est probable que l'on arrivera à formuler des lois nouvelles. »

PHYSIQUE. — *Sur la propriété physique de la surface commune à deux liquides soumis à leur affinité mutuelle.* Note de M. **G. Van der Mensbrugghe.**

« Dans mes recherches antérieures, j'ai étudié spécialement les propriétés de la couche de contact de deux liquides a et b qui ne se mêlent pas, et, d'après la théorie de Gauss convenablement interprétée, j'ai attribué à cette couche une tension superficielle ayant pour expression $F_a + F_b - 2F_{ab}$, F_a étant la tension à la surface libre du liquide a, F_b celle du liquide b et F_{ab} l'action mutuelle des deux liquides. Quand cette action est faible, comme, par exemple, dans le cas de l'eau et de l'essence de térébenthine, le trinôme est positif et représente une force agissant sur la surface commune de la même manière que F_a ou F_b sur la surface libre du liquide a ou b, c'est-à-dire que cette force tend à rendre la couche de contact aussi petite que possible.

» Mais si les liquides a et b ont l'un pour l'autre une affinité suffisante pour que $2F_{ab}$ l'emporte sur $F_a + F_b$, le trinôme devient négatif, et la force qui règne le long de la surface commune, au lieu de rendre cette surface aussi petite que possible et de faire naître en chacun de ses points une action normale dirigée vers le centre de courbure, aura, au contraire, une tendance tout opposée et produira partout une action normale dirigée en sens contraire du rayon de courbure.

» A cette force toute spéciale, qui paraît n'avoir jamais été signalée, je donne le nom de *force d'extension*, absolument comme dans le cas de la couche de contact d'un solide et d'un liquide qui le mouille.

» A l'appui de cette interprétation, je puis citer une série de faits dont voici les principaux :

» I. Dans un cristallisoir, on verse une couche d'eau distillée de quelques millimètres d'épaisseur, et l'on amène au-dessus de la surface un tube portant une goutte d'éther; aussitôt le liquide sous-jacent éprouve de vives trépidations; c'est que, grâce à l'affinité des deux liquides, toute particule de vapeur d'éther qui vient en contact avec l'eau remplace brusquement la tension, aux points touchés, par une force d'extension produisant une traction de la particule vers l'intérieur de l'eau; l'effet est bien plus frappant si l'on dépose une petite masse d'éther sur l'eau; celle-ci manifeste de vives trépidations, et l'éther est violemment tiré vers l'intérieur.

» Même action avec l'huile d'olive et l'éther. L'approche de la goutte

d'éther donne lieu à une forte dépression de l'huile, et si la couche de celle-ci est peu épaisse, le fond du vase est mis à nu.

» II. Si, à l'exemple de M. Quincke, on fait arriver très lentement, à travers un fil de verre creux, un filet extrêmement mince d'alcool à la surface limite d'une bulle d'air placée dans l'eau sous un plan horizontal de verre, la bulle éprouve des secousses périodiques, à des intervalles qui dépendent de la vitesse d'arrivée de l'alcool. Au moment du contact de celui-ci avec la couche limite de la bulle, la tension de l'eau est subitement remplacée par une force d'extension, due à l'affinité réciproque des deux liquides, et dont l'effet concourt avec la pression capillaire du haut de la bulle pour tirer brusquement celle-ci vers le bas.

» III. Soit une très petite masse d'un liquide a, complètement entourée d'un liquide b n'ayant pour a qu'une faible affinité, mais contenant des traces d'une substance c capable d'agir chimiquement sur a; cette petite masse, que nous supposerons d'abord sphérique, restera telle aussi longtemps que c ne viendra pas en contact avec a; au contraire, à l'instant même où c touchera la surface limite de a en un point m, il se produira en m une excroissance, et l'on verra naître des courants intérieurs partant de m, longeant la surface et revenant vers le point influencé à travers l'intérieur même de a. Dans le liquide b, il y a aussi parfois des courants partant de m et aboutissant aussi au même point.

» C'est ce qu'on observe quand une trace de potasse ou de soude caustique arrive en contact avec la surface limite d'une goutte d'huile d'olive plongée dans l'eau sous une plaque de verre horizontale; ainsi se trouveront expliqués bien simplement les mouvements observés dans les amibes des naturalistes.

» Je me réserve d'appliquer cette théorie à des exemples fort nombreux où intervient l'affinité de deux liquides en contact, et de donner ainsi à ces idées un appui de plus en plus solide. »

OPTIQUE. — *Sur la réflexion cristalline interne*. Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Lippmann.

« Quand un rayon lumineux qui chemine dans un milieu anisotrope arrive à une surface limite, il se produit une double réflexion. Entre les deux vibrations réfléchies auxquelles donne lieu une vibration incidente unique, la réflexion introduit-elle une différence de marche dépendant de la nature du milieu extérieur?

» On ne peut résoudre la question par l'emploi des compensateurs, tels que celui de Jamin, qui conviennent aux cas de la réflexion vitreuse ou métallique et de la réflexion cristalline externe; car, à la différence de marche introduite par la réflexion, s'ajoute ici celle qui est due à la différence des chemins parcourus par les deux rayons réfléchis à l'intérieur du milieu cristallin. Il faudra prendre un faisceau cylindrique, le faire entrer dans un cristal, de manière à n'avoir qu'un seul faisceau réfracté, faire réfléchir ce faisceau de telle sorte que les deux faisceaux réfléchis auxquels il donne naissance soient à l'emergence parallèles entre eux, et étudier par la méthode de Fizeau et Foucault le faisceau complexe constitué par la superposition de ces deux faisceaux réfléchis. Un pareil faisceau, analysé par un nicol convenablement orienté, donne au spectroscope un spectre cannelé.

» Les conditions précédentes sont réalisées par l'emploi d'une lame cristalline à faces parallèles : on y fera tomber un faisceau de rayons solaires polarisés dans un azimut de polarisation uniradiale; les deux rayons émergents fournis par un même rayon incident seront parallèles. Mais le faisceau incident ne doit pas entrer directement de l'air dans la lame; car une partie de la lumière serait réfléchie sur la face d'entrée, elle donnerait un spectre continu superposé au spectre cannelé, et masquerait le phénomène; en outre, on ne pourrait aborder le cas où la réflexion intérieure devient totale.

» Je m'affranchis de ces difficultés par l'emploi d'un prisme à liquide : deux des faces sont des glaces de verre; la troisième, la lame cristalline étudiée, est une lame de quartz, par exemple. Le prisme est rempli d'un liquide dont l'indice est très voisin de l'indice moyen du quartz (de l'essence d'amandes amères additionnée au besoin d'une petite quantité d'alcool), ce qui rend négligeable la réflexion à la face d'entrée; la réflexion sur la seconde face pourra être rendue partielle ou totale, en faisant varier l'incidence.

» La section droite du prisme est dans un plan vertical; la face cristalline est horizontale, et à la partie supérieure, sur cette face, et serrée contre elle par des vis de pression, est une lame de verre percée d'un large trou cylindrique. On a ainsi une petite cuve dont le cristal constitue le fond; cette cuve est divisée par une cloison verticale, perpendiculaire aux arêtes du prisme, en deux compartiments que l'on peut remplir de liquides différents. Le faisceau de rayons solaires entre par l'une des faces latérales, et l'on étudie le faisceau réfléchi qui sort par l'autre. On lui fait traverser, outre l'analyseur, un système de lentilles donnant une image

réelle de la cloison dans le plan de la fente du spectroscope; cette fente est horizontale, et le spectroscope, réglé pour donner un spectre pur, est disposé dans un plan vertical. On voit alors deux spectres cannelés, séparés par une ligne noire verticale. Quand le retard introduit par la réflexion contre les milieux qui remplissent les deux compartiments n'est pas le même, les bandes de l'un des spectres ne sont pas dans le prolongement des bandes de l'autre, et le déplacement relatif d'une bande de l'un des spectres par rapport à la bande correspondante de l'autre donne la mesure de la différence des retards.

» Afin de rendre plus appréciable cette différence des retards, on pourra interposer normalement au faisceau lumineux, entre la lame réfléchissante et l'analyseur, une lame de quartz parallèle à l'axe; en orientant sa section de manière que le retard qu'elle introduit entre les rayons ordinaire et extraordinaire qui la traversent se retranche du retard introduit par le passage dans la lame réfléchissante, et en choisissant son épaisseur de telle sorte que les retards soient très voisins, on aura dans le spectre des bandes très écartées, et une légère variation apportée au retard relatif amènera un déplacement très sensible des bandes.

» Pour polariser le faisceau incident dans un azimut de polarisation uniradiale, je reçois le faisceau qui s'est réfracté à travers la lame de quartz, et qui sort par la partie supérieure du prisme à liquide, sur un compensateur de Jamin suivi d'un analyseur. Si ces deux rayons réfractés sont conservés, ils ont entre eux, à la sortie, une différence de marche qui est trop grande pour pouvoir être compensée, et l'on n'a point de franges, quelles que soient l'orientation de l'analyseur et celle de la section principale du compensateur. Au contraire, dès qu'un des rayons réfractés est éteint, on a de la lumière rectiligne à la sortie, et les franges colorées du compensateur s'obtiennent par une orientation convenable de l'analyseur : on tournera donc le polariseur jusqu'à voir très nettes ces franges. Dans le cas où il y a réflexion totale contre le cristal, on n'a plus de rayon réfracté émergeant directement dans l'air; on remplit la cuve d'eau ou d'un liquide assez réfringent, et l'on pose sur la surface supérieure un prisme de verre d'angle convenable; on rétablit ainsi un faisceau émergent qu'on peut étudier au compensateur.

» Je poursuis, par cette méthode, l'étude de la variation du retard avec la nature du milieu contre lequel se fait la réflexion [1]. »

---

[1] Travail fait à la Sorbonne, au laboratoire d'Enseignement physique.

OPTIQUE. — *Sur la double réfraction elliptique du quartz* [1]. Note de M. **F. Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« Je me propose, dans ce travail, d'étudier la double réfraction elliptique du quartz, suivant l'axe optique, lorsqu'on associe au pouvoir rotatoire naturel la double réfraction que produit une compression exercée normalement à l'axe optique, et de comparer les résultats expérimentaux à ceux que donne la théorie publiée par M. Gouy [2]. Soit un rayon de lumière polarisée horizontalement et tombant normalement sur une lame de quartz taillée perpendiculaire à l'axe. On obtient à la sortie du cristal une vibration elliptique. Soient α l'angle du grand axe de l'ellipse avec la vibration incidente, a et b les amplitudes des deux mouvements vibratoires constituants, pris l'un horizontal et l'autre vertical, et δ leur différence de marche. En posant $\frac{b}{a} = \text{tang}\,\psi$, on peut déterminer δ et ψ par la méthode de Sénarmont (mica quart d'onde).

» D'après les idées théoriques exposées par M. Gouy sur la coexistence du pouvoir rotatoire et de la double réfraction, on peut regarder cette vibration émergente comme résultant de la composition de deux vibrations elliptiques, d'ellipticité k et $\frac{1}{k}$, qui se propagent, sans altération à l'intérieur du cristal, avec des vitesses inégales, et présentent à la sortie une différence de marche d. Posons $k = \text{tang}\,\varepsilon$; on peut déterminer k et d par les formules suivantes, que j'ai indiquées dans une précédente Communication [3] :

$$(1)\qquad \begin{cases} \cos\pi d = \cos 2\pi\delta \cos\psi, \\ \text{tang}\,2\varepsilon = \dfrac{\text{tang}\,\psi}{\sin 2\pi\delta}. \end{cases}$$

» D'un autre côté, M. Gouy a donné les relations suivantes [4]

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{\omega}{\pi} = 2d\dfrac{k}{1+k^2}, \\ \varphi = d\dfrac{1-k^2}{1+k^2}, \end{cases}$$

---

[1] Ce travail a été effectué, à la Faculté des Sciences de Marseille, dans le laboratoire de M. Macé de Lépinay.

[2] *Journal de Physique*, t. IV, p. 149; 1885.

[3] *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 671; 1889.

[4] *Journal de Physique*, t. IV, p. 149; 1885.

qui peuvent s'écrire

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{\omega}{\pi} = d\sin 2\varepsilon, \\ \varphi = d\cos 2\varepsilon. \end{cases}$$

» On peut donc connaître ainsi expérimentalement la différence de marche due au pouvoir rotatoire seul, c'est-à-dire $\frac{\omega}{\pi}$, et la différence de marche φ qui provient de la double réfraction seule. Quant à l'angle α, il s'exprime par la formule suivante [1]

$$(4)\qquad \operatorname{tang} 2\alpha = \frac{\pi\omega d \sin 2\pi d}{\pi^2\varphi^2 + \omega^2 \cos 2\pi d},$$

qui montre que α est une fonction périodique de d, de sorte que l'axe de l'ellipse, lorsque la compression φ augmente, oscille asymptotiquement de part et d'autre de la vibration rectiligne primitive. L'angle α est nul pour $d = n\frac{\lambda}{2}$; pour n pair, la vibration est rectiligne, et pour n impair, l'ellipse a son grand axe horizontal. En effet, la vibration est rectiligne si $\operatorname{tang}\psi = 0$, ce qui entraîne $d = n'\lambda = 2n'\frac{\lambda}{2}$. Dans le cas de l'ellipse rapportée à ses axes, on a

$$2\pi\delta = \frac{\pi}{2};$$

les formules (1) deviennent

$$(5)\qquad \begin{cases} \cos\pi d = 0, \\ \operatorname{tang} 2\varepsilon = \operatorname{tang}\psi, \end{cases}$$

formules utilisées précédemment dans l'étude du quartz non comprimé. La condition $\cos\pi d = 0$ donne

$$d = (2n'' + 1)\frac{\lambda}{2}.$$

» Dans le cas particulier où l'ellipse devient une circonférence (vibration circulaire), on a, en outre,

$$\operatorname{tang}\psi = 1, \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad 2\varepsilon = \frac{\pi}{4};$$

---

[1] Cette formule a été établie, au moyen de considérations géométriques, par M. Wiener (*Annales de Wiedemann*, vol. XXXV, p. 1; 1888). On peut l'établir en écrivant l'équation de l'ellipse émergente, et changeant de cordonnées pour la rapporter à ses axes. On la retrouve en écrivant que le rectangle des coordonnées est nul.

alors

$$k = \tang \frac{\pi}{8},$$

et les formules (3) donnent

$$\frac{\omega}{\pi} = \varphi.$$

» Je me suis proposé de vérifier la constance de $\frac{\omega}{\pi}$ et la variation périodique de α, lorsqu'on associe au pouvoir rotatoire naturel une biréfringence croissante.

» Le quartz était comprimé par un dynamomètre de Perreaux à essayer les tissus, adapté aux besoins de l'expérience, et toutes les précautions ont été prises tant au point de vue de la répartition exacte de la pression que de l'orientation rigoureuse de la lame.

» Le Tableau suivant donne quelques résultats :

P. Pression en kilogr.	α.	d.	k.	$\frac{\omega}{\pi}$.	φ observé.	φ calculé.	
kg 0	+74°	1,097	1	1,097	0	0	
50	+67,45	1,126	0,831	1,107	0,207	0,219	
100	+56,55	1,234	0,679	1,147	0,455	0,439	
220	indéterminé	1,500	0,414	1,060	1,060	»	circulaire
300	+28	1,764	0,406	1,231	1,263	1,317	
360	+ 8	1,925	0,340	1,117	1,528	1,580	
380	+ 0	2,000	0,317	»	»	»	rectiligne
460	−15	2,308	0,238	1,040	2,061	2,020	
505	0	2,500	0,235	1,115	2,237	2,217	ellipse à axe horizontal
520	+ 3,30	2,529	0,224	1,080	2,286	2,283	
530	+ 8	2,572	0,205	1,096	2,327	admis	

» La dernière colonne donne la valeur de φ calculée en admettant la proportionnalité de la double réfraction à la pression; le coefficient de proportionnalité a été calculé au moyen de l'expérience où la pression est de 530^{kg} par centimètre carré environ.

» Il résulte de ce Tableau que, aux erreurs d'expériences près, $\frac{\omega}{\pi}$ est en effet constant, et que, conformément aux expériences de Wertheim, φ croît proportionnellement à la pression. Ce Tableau met aussi en évidence l'oscillation du grand axe de l'ellipse tel qu'il est prévu par la théorie, phé-

nomène déjà vérifié par d'autres observateurs sur des corps autres que le quartz ([1]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une anomalie magnétique, constatée dans la région de Paris.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Les premières déterminations magnétiques que j'ai faites en 1884 et 1885 avaient montré, dans la distribution des éléments magnétiques en France, diverses anomalies dont l'étude était subordonnée à une extension du réseau d'observations. M. Mascart a bien voulu me charger de procéder à une revision complète et détaillée d'une Carte magnétique de la France, basée sur des mesures à effectuer dans 600 stations environ. La région du Nord et le bassin de Paris étant dès maintenant explorés, j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie mes premiers résultats.

» La direction normale des isogones ne s'observe guère que dans l'extrême nord de la France; plus au sud, la régularité des phénomènes est profondément troublée. L'isogone de 15°50′, qui passe à Hazebrouck et à Clermont-de-l'Oise, a déjà perdu sa direction normale avant d'avoir atteint Paris, qu'elle traverse du nord au sud; au lieu de continuer ensuite dans cette direction, elle s'infléchit d'abord au sud-sud-est jusqu'à Gien, puis se replie brusquement sur elle-même dans la direction du nord-ouest jusqu'à Houdan, pour reprendre enfin son cours vers le sud sur le méridien géographique de Chartres. Depuis la côte de la Manche jusqu'à Montargis et Gien, limite actuelle du réseau vers le sud, les isogones, tracées de 10′ en 10′, affectent *toutes* cette forme particulière, qui est justifiée par plus de cent observations, dont soixante dans un rayon de 100^{km} autour de Paris.

» La Carte des *isanomales* de la déclinaison, établie par la comparaison des isogones vraies avec les isogones supposées régulières, met en relief deux zones principales d'anomalie. La première, correspondant à un excès de la déclinaison, s'étend depuis la côte de la Manche (Dieppe) jusqu'à la Loire (Gien), en augmentant graduellement d'intensité vers le sud; l'excès est de 14′ à Neufchâtel-en-Bray, 19′ à Mantes, 24′ à Chevreuse, 23′ à Montargis, 30′ à Gien; l'extrémité nord de cette zone s'étale vers l'est jusqu'aux environs de Laon, où l'excès est encore de 7′.

([1]) Wedding, *Annales de Wiedemann*, vol. XXXV, p. 25; 1888, et *Journal de Physique;* 1889. — Chauvin, *Journal de Physique,* t. IX; 1890, et *Thèse de doctorat.*

» La seconde zone d'anomalie correspond au contraire à des déclinaisons plus faibles que ne l'indiquerait le tracé régulier des isogones; elle est située à l'ouest de la première et lui est sensiblement symétrique. L'intensité de l'anomalie croît également vers le sud : l'écart est de — 8′ à Évreux, — 10′ à Dreux, — 13′ à Épernon, — 18′ à Orléans. Ainsi, contre toute attente, la déclinaison est plus grande à Paris qu'à Épernon, à Gien qu'à Orléans.

» Les choses se passent comme si le pôle nord de l'aiguille aimantée était attiré de part et d'autre vers une ligne presque droite qui, partant de Fécamp, irait à Châteauneuf-sur-Loire (et probablement au delà), par Elbeuf et Rambouillet, en faisant à l'ouest du méridien géographique un angle de 25° environ. Les Cartes des autres éléments montrent en effet, le long de cette ligne, une augmentation marquée de l'inclinaison et une diminution de la composante horizontale. C'est aux géologues qu'il appartiendrait de rechercher si la constitution du sol permet d'expliquer cette anomalie singulière, qui n'a jamais été signalée, bien qu'elle affecte la déclinaison à Paris même. Remarquons d'ailleurs que les isogones, dans la région considérée, présentent une déformation régulière qu'on n'a pas rencontrée dans les terrains de nature à produire des influences locales sur la boussole : dans ce dernier cas, en effet, les résultats sont discordants et il n'est guère possible de les représenter par des courbes. Le phénomène tout à fait inattendu mis en évidence par cette première série d'observations semble avoir une cause plus générale, dont la nature reste à déterminer. Je me propose d'en compléter l'étude très prochainement, en prolongeant vers le sud le réseau d'observation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les phosphates doubles de titane, d'étain et de cuivre.* Note de M. **L. Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« Après avoir préparé des phosphates doubles par l'action des phosphates alcalins sur les protoxydes ([1]), j'ai cherché à étendre cette réaction à quelques bioxydes. Nous avions d'ailleurs, M. Troost et moi, déjà étudié la zircone à ce point de vue.

» Mes recherches ont porté sur l'acide titanique et le bioxyde d'étain, auxquels j'ai joint l'oxyde de cuivre qui donne des produits absolument comparables.

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 1333.

» *Titane.* — L'acide titanique dissous dans le *métaphosphate de potasse* fondu donne deux sortes de produits :

» 1. En employant relativement peu d'acide titanique et par un refroidissement très lent, on obtient un phosphate d'acide titanique, PhO^5, TiO^2, en cubo-octaèdres sans action sur la lumière polarisée, de même composition et de même forme cristalline que le produit obtenu par MM. Hautefeuille et Margottet dans l'action de l'acide phosphorique sur l'acide titanique.

» 2. En augmentant la quantité d'acide, on obtient un phosphotitanate de potasse, $3PhO^5$, $4TiO^2$, KO, en petits cristaux presque cubiques, mais très biréfringents, isomorphes du sel correspondant de soude que nous allons décrire plus loin.

» Le *pyro* et l'*orthophosphate de potasse* donnent un phosphate basique d'acide titanique et de potasse, PhO^5, $2TiO^2$, KO, dont la formule a été vérifiée par un grand nombre d'analyses, et dans lequel on doit probablement considérer l'acide titanique comme combiné d'une part à l'acide phosphorique pour donner un phosphate tribasique, et d'autre part comme formant avec la potasse un titanate neutre.

» Ce sel se présente en gros cristaux simulant des octaèdres réguliers ou des rhomboèdres fortement basés; mais, d'après les propriétés optiques, ce sont des cristaux biaxes, à axes très écartés, peu biréfringents, probablement clinorhombiques [1].

» En faisant varier les proportions d'acide titanique, on peut obtenir une cristallisation de ce dernier, sous forme de rutile aciculaire semblable à celui que l'on obtient par fusion de l'acide titanique dans diverses substances.

» L'addition de chlorure de potassium en excès, au mélange fondu, détermine aussi la formation de rutile au lieu du phosphate double, dont il se distingue d'ailleurs très aisément.

» Par fusion de l'acide titanique dans le *métaphosphate* de soude, Rose avait obtenu des cristaux quadratiques qu'il rapportait à l'anatase; Knop avait préparé dans les mêmes conditions un phosphate d'acide titanique PhO^5, TiO^2, et enfin Wunder avait obtenu un phosphotitanate de soude $3PhO^5$, $4TiO^2$, NaO en rhomboèdres.

» Nous avons obtenu les deux derniers produits, en faisant varier convenablement les proportions d'acide titanique; quant à l'anatase, nous ne l'avons pu préparer, mais toujours nous avons obtenu, à sa place, du rutile aciculaire.

» Le phosphate $3PhO^5$, $4TiO^2$, NaO se présente en rhomboèdres de 91°22′, très biréfringents, à extinctions suivant les diagonales (d'après la détermination de M. L. Bourgeois).

» Le *pyro* et l'*orthophosphate* de soude nous ont donné un autre sel double $4PhO^5$, $3TiO^2$, $6NaO$, en prismes striés, généralement maclés, à extinctions longitudinales.

» *Étain.* — Le bioxyde d'étain va nous fournir, parallèlement à l'acide titanique, un certain nombre de produits.

» Le *métaphosphate de potasse* donne le sel $3PhO^5$, $4SnO^2$, KO, isomorphe du sel

---

[1] Détermination de M. Léon Bourgeois.

correspondant d'acide titanique. Nous n'avons pas constaté la formation de cassitérite.

» Le *pyro* et l'*orthophosphate* potassiques donnent le phosphostannate

$$PhO^5, 2SnO^2, KO,$$

sur la constitution duquel nous pouvons répéter ce que nous avons dit sur le produit correspondant d'acide titanique. La forme cristalline est la même, mais les octaèdres sont beaucoup plus biréfringents.

» Le *métaphosphate de soude* avait fourni à Knop deux sortes de cristaux, les uns renfermant PhO^5, SnO^2, les autres $PhO^5, 2SnO^2$. De son côté, Wunder avait obtenu les sels $3PhO^5, 4SnO^2, NaO$ et PhO^5, SnO^2, NaO. Nous avons pu obtenir ces divers phosphates, sauf $PhO^5, 2SnO^2$.

» Le *pyro* et l'*orthophosphate de soude* nous ont donné un nouveau sel double, $4PhO^5, 3SnO^2, 6NaO$, en petits prismes très nets, à extinctions longitudinales, fortement biréfringents.

» *Cuivre*. — Nous plaçons ici le cuivre, parce qu'il donne des produits tout à fait analogues à ceux des bioxydes précédents.

» L'oxyde de cuivre ou son carbonate donnent avec le *métaphosphate de potasse* le phosphate $3PhO^5, 4Cu^2O^2, KO$. Larges lamelles bleu verdâtre, présentant deux séries d'extinctions formant des angles différents avec le plan de polarisation; deux axes optiques assez écartés, prismes probablement anorthiques, aplatis suivant g_1.

» Le *pyrophosphate de potasse* donne un produit qui cristallise avec quelque difficulté, répondant à la formule $PhO^5, 2CuO, KO$; prismes bleu clair, à extinctions obliques, système indéterminé.

» Les chlorures alcalins ajoutés au mélange réagissent en donnant des produits complexes, sur lesquels nous reviendrons dans un Mémoire plus étendu.

» L'*orthophosphate de potasse* donne, avec peu d'oxyde, le produit précédent. Si l'on augmente la quantité d'oxyde de cuivre employé, on ne tarde pas à voir se former à la surface du bain et sur les parois du creuset des cristaux assez volumineux, qui, une fois isolés, sont des octaèdres rouges, transparents, de sous-oxyde de cuivre Cu^2O, identiques comme forme cristalline à la *cuprite* déjà obtenue par divers expérimentateurs.

» Le *métaphosphate de soude* nous a fourni, ainsi qu'à M. Wallroth, le sel $2PhO^5, 3CuO, 3NaO$ ou $4PhO^5, 3Cu^2O^2, 6NaO$, en prismes dichroïques, bleu et bleu lavande, probablement clinorhombiques.

» Avec un excès d'oxyde de cuivre, on obtient le phosphate $PhO^5, 2CuO, NaO$ que donne aussi le *pyrophosphate de soude;* prismes brisés, groupés suivant deux directions rectangulaires, extinctions obliques.

» Le *phosphate trisodique* fournit un mélange de protoxyde et de sous-oxyde de cuivre, mêlés de matière amorphe.

» En résumé, les bioxydes et l'oxyde de cuivre sont caractérisés par des sels doubles de la forme $3PhO^5, 4MO^2, NaO$ et $4PhO^5, 3MO^2, 6NaO$. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la dispersion dans les composés organiques (éthers-oxydes).* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Roux.**

« Nous avons étudié, dans une précédente Note [1] les pouvoirs dispersifs des alcools de la série grasse. Poursuivant nos recherches sur la dispersion dans les composés organiques, nous avons l'honneur de présenter à l'Académie les résultats fournis par l'étude des éthers-oxydes :

» I. *Oxydes à radicaux forméniques.*

	Oxydes.	t^o.	n_b.	n_r.	$n_b - n_r$	B.	$\frac{B}{d}$.	$\frac{B}{d}$ M. Observé.	$\frac{B}{d}$ M. Moyennes.
En C^4	O. d'éthyle..........	19,6	1,3590	1,3501	0,0089	0,3583	0,4990	36,93	36,62
	O. de méthyle-propyle..	19,6	1,3635	1,3547	0,0088	0,3543	0,4907	36,31	
En C^5	O. d'éthyle-propyle....	19,7	1,3756	1,3664	0,0092	0,3704	0,5159	45,40	44,32
	O. de méthyle-isobutyle.	19,2	1,3738	1,3647	0,0091	0,3664	0,5028	44,24	
En C^6	O. d'éthyle-isobutyle..	20,4	1,3817	1,3723	0,0094	0,3784	0,5135	52,38	52,48
	O. de propyle.........	19,6	1,3880	1,3785	0,0095	0,3825	0,5140	52,44	
	O. de méthyle-isoamyle.	19,5	1,3913	1,3817	0,0096	0,3865	0,5160	52,63	
En C^7	O. d'éthyle-isoamyle...	20,4	1.3973	1,3875	0,0098	0,3945	0,5191	60,22	
En C^9	O. d'isobutyle-isoamyle.	19,6	1,4075	1,3973	0,0102	0,4107	0,5368	77,30	
En C^{10}	O. d'isoamyle.........	19,1	1,4162	1,4058	0,0104	0,4187	0,5396	85,25	

» L'examen de ces nombres conduit aux résultats suivants :

» 1° Les pouvoirs dispersifs B et les pouvoirs dispersifs spécifiques $\frac{B}{d}$ augmentent avec le poids moléculaire;

» 2° Leurs valeurs sont à très peu près les mêmes pour les différents isomères de même condensation en carbone;

» 3° Lorsqu'on passe d'un composé à l'homologue supérieur, l'introduction de CH^2 dans la molécule provoque un accroissement de pouvoir dispersif spécifique moléculaire égal à 8,2 environ.

» On a donc, entre le pouvoir dispersif, la densité et le poids moléculaire, une relation de la forme

$$\left(\frac{B}{d} - b\right) M = a,$$

[1] *Comptes rendus*, t. CX, p. 1071.

a et b étant deux constantes qui ont respectivement pour valeurs

$$a = -6,443, \qquad b = +0,5790.$$

» Il existe enfin, entre le pouvoir dispersif et le volume moléculaire, dans le cas des oxydes comme dans celui des alcools, la relation

$$(B - \beta)\left(\frac{M}{d}\right)^{\frac{1}{3}} = K,$$

β et K étant deux constantes ayant pour valeurs

$$\beta = +0,6626, \qquad K = -1,44.$$

» II. *Oxydes renfermant le radical allyle.*

Oxydes.	$t°$.	n_b.	n_r.	$n_b - n_r$.	B.	$\frac{B}{d}$.	$\frac{B}{d}$ M.
En C^4. O. de méthyle-allyle..	21,9	1,3875	1,3756	0,0119	0,4791	0,6222	44,80
En C^5. O. d'éthyle-allyle	19,0	1,3966	1,3847	0,0119	0,4791	0,6206	53,37
En C^6. O. de propyle-allyle..	21,7	1,4052	1,3935	0,0117	0,4711	0,6055	60,55

» On voit que cette série présente une particularité intéressante : au lieu de varier avec le poids moléculaire, le pouvoir dispersif B et le pouvoir dispersif spécifique $\frac{B}{d}$ possèdent des valeurs *sensiblement constantes*. En outre, si l'on compare ces oxydes aux composés de même condensation en carbone, on remarque que le pouvoir dispersif augmente, lorsque la teneur en hydrogène diminue. Ce dernier résultat est conforme à ce que nous avions observé en étudiant d'autres séries.

» III. *Oxydes renfermant le radical benzyle.*

Oxydes.	$t°$.	n_b.	n_r.	$n_b - n_r$.	B.	$\frac{B}{d}$.	$\frac{B}{d}$ M.
O. de méthyle-benzyle	19,2	1,5205	1,4985	0,0220	0,8857	0,9159	111,75
O. d'éthyle-benzyle........	19,0	1,5119	1,4910	0,0209	0,8414	0,8820	119,96
O. de propyle-benzyle......	19,6	1,5076	1,4878	0,0198	0,7971	0,8517	127,75
O. d'isobutyle-benzyle.....	19,3	1,5043	1,4851	0,0192	0,7730	0,8330	136,61
O. d'isoamyle-benzyle......	18,2	1,5002	1,4817	0,0185	0,7448	0,8114	144,42

» En examinant les nombres qui précèdent, on voit que, contrairement à ce qui se passe pour les oxydes de la série grasse, le pouvoir dispersif diminue à mesure que le poids moléculaire augmente. Mais, quand on passe d'un terme de la série au terme suivant, l'addition de CH^2 à la molécule produit une variation du pouvoir dispersif spécifique moléculaire égale, comme dans le cas des oxydes gras, à 8,2 environ.

» Dans cette série, comme dans celle des oxydes de la série grasse, le pouvoir dispersif, la densité et le poids moléculaire sont liés par l'équation

$$\left(\frac{B}{d} - b\right) M = a,$$

avec

$$a = +40,87 \qquad \text{et} \qquad b = +0,5834.$$

» Enfin on a, entre le volume moléculaire et le pouvoir dispersif, la relation

$$B\left(\frac{M}{d}\right)^{\frac{1}{3}} = K,$$

K étant une quantité constante dont la valeur est égale à 4,4 environ.

» IV. *Relation entre les pouvoirs dispersifs spécifiques moléculaires des oxydes alcooliques et ceux de leurs générateurs.* — Le pouvoir dispersif spécifique moléculaire d'un oxyde alcoolique est égal à la somme algébrique des pouvoirs dispersifs spécifiques moléculaires de ses composants. Si nous représentons deux alcools par les symboles ROH et R'OH, la formation de l'éther-oxyde est exprimée par l'équation

$$\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>O = ROH + R'OH - H^2O.$$

» On a, entre ces diverses quantités, la relation générale

$$\frac{B}{d} M = \Sigma \frac{B'}{d'} M';$$

de telle sorte que le pouvoir dispersif spécifique moléculaire d'un oxyde s'obtient en retranchant le pouvoir dispersif spécifique moléculaire de l'eau, de la somme des pouvoirs dispersifs spécifiques moléculaires des deux alcools générateurs.

» Si nous prenons comme exemple le cas de l'oxyde d'éthyle-benzyle, le calcul est le suivant :

$\frac{B'}{d'} M'$ (alcool éthylique)...........	20,46
» (alcool benzylique).........	104,70
Total...........	125,16
» (eau)......................	6,21
Différence.......	118,95

» Or l'observation directe donne, pour l'oxyde d'éthyle-benzyle

$$\frac{B}{d} M = 119,96.$$

» Cette relation se vérifie avec tous les oxydes que nous avons soumis à l'observation spectrométrique ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques hydrates d'éthers simples.* Note de M. **Villard.**

« Je me suis proposé de chercher si des éthers autres que le chlorure et le bromure de méthyle ne pourraient pas former avec l'eau des composés cristallisés.

» J'ai soumis à l'expérience l'iodure de méthyle, les chlorure, bromure et iodure d'éthyle, enfin les fluorures de méthyle et d'éthyle. Le bromure et l'iodure d'éthyle seuls ne m'ont pas donné de résultat. Avec les autres corps j'ai obtenu, en présence de l'eau, des cristaux incolores pouvant être conservés aussi longtemps qu'on le veut à des températures supérieures à 0°; leur formation a lieu dans les conditions que nous avons indiquées, M. de Forcrand et moi ([2]), au sujet des hydrates de chlorure de méthyle et d'hydrogène sulfuré. La présence d'une petite quantité de glace est nécessaire pour amorcer, en quelque sorte, la réaction, qui peut alors se continuer au-dessus de 0°, accompagnée d'une absorption de gaz.

» *Hydrate de fluorure d'éthyle.* — Le gaz, préparé suivant le procédé indiqué par M. Moissan ([3]), a été introduit avec un peu d'eau dans l'appareil de M. Cailletet. Le tube de verre, lavé avec le gaz, a été rempli par déplacement sur le mercure. En comprimant, le fluorure liquéfié, plus léger que l'eau, apparaissait au-dessus de celle-ci, et il ne restait au sommet du tube qu'une très petite bulle d'air. Dans ces conditions, même à 0°, l'hydrate ne se forme pas. On l'obtient même vers + 12° ou + 15°, par compression suivie d'une détente amenant la formation d'un peu de glace. Comprimant de nouveau, on voit se former une masse de cristaux inco-

---

([1]) Faculté des Sciences de Lyon, laboratoire de Chimie générale.

([2]) *Comptes rendus,* t. CVI, p. 939; 1888.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique,* t. XIX, 6e série, p. 266.

lores : on peut faire disparaître ainsi toute la couche de gaz liquéfié, d'autant plus rapidement que la température est plus basse.

» J'ai pu conserver ces cristaux pendant plus de douze heures, sous pression, à la température du laboratoire. Ce n'est donc certainement pas de la glace, mais bien un hydrate solide de fluorure d'éthyle qui se forme dans ces conditions.

» J'ai obtenu également ce composé dans une ampoule en verre, renfermant le gaz en présence d'un peu d'eau et reliée à un manomètre à air libre. Il est alors nécessaire, pour que les cristaux se forment, de refroidir un point de la surface du verre au-dessous de 0°, pendant quelques instants.

» La production de l'hydrate est alors accompagnée d'une absorption de gaz facile à constater. Le niveau du mercure baisse dans le tube manométrique et se fixe pour chaque température à une hauteur qui donne, avec plus de précision que le manomètre métallique de l'appareil de M. Cailletet, la tension de dissociation de l'hydrate.

» J'ai pu mesurer ainsi les tensions correspondant aux températures inférieures à + 5°, 2; au-dessus de cette température, je me suis servi du manomètre métallique. J'ai ainsi obtenu les résultats suivants :

Températures.	Pressions en atmosphères.	Températures.	Pressions en atmosphères.
0°	0,7	+ 12°,5	4
+ 2	0,9	+ 15,5	5
+ 3,7	1,0	+ 18,0	7
+ 5,2	1,3		

Enfin l'hydrate se détruit, même sous de fortes pressions, à + 22°, 8.

» *Hydrate de fluorure de méthyle.* — Le gaz a été préparé par le même procédé que le fluorure d'éthyle. Il a donné, dans les mêmes conditions, un composé incolore, cristallisé, se détruisant à + 18°, 8 et présentant les tensions de dissociation suivantes :

Températures.	Pressions en atmosphères	Températures.	Pressions en atmosphères
0°	2,1	13°,2	12,5
5,3	3,5	14,2	15,0
8,5	5,5	15,8	19,5
10,4	7,5		

» La tension à 0° a été mesurée au moyen du manomètre à air libre.

» *Hydrate de chlorure d'éthyle.* — Cet hydrate se forme facilement à 0°

en présence d'un peu de glace. Mais il présente une particularité remarquable, celle de ne se conserver au-dessus de 0° que si un gaz inerte, tel que l'hydrogène, ou l'air, est mélangé à la vapeur de chlorure d'éthyle. Dans un tube scellé, dont l'air a été préalablement chassé par l'ébullition de l'éther, l'hydrate paraît se former, mais se détruit dès que la température s'élève au-dessus de 0°. Au contraire, dans un tube renfermant de l'air, j'ai pu conserver les cristaux formés, à une température variant de + 2° à + 4°, pendant plusieurs jours. Détruits presque complètement par une élévation de température, les cristaux se reforment rapidement si l'on plonge le tube dans l'eau refroidie à + 3° ou + 3°,5. J'ai ainsi obtenu des aiguilles de 2^{mm} ou 3^{mm} de longueur. J'ai répété la même expérience dans une atmosphère d'hydrogène : le résultat a été identique.

» En répétant l'expérience dans un réservoir en verre soudé à un manomètre à air libre, j'ai pu constater que la formation des cristaux déterminait une notable diminution de pression. A 0° par exemple, la pression totale de l'air saturé de vapeur de chlorure d'éthyle étant 1254^{mm} de mercure, si, par un refroidissement momentané, on provoque la formation des cristaux, le mercure baisse et la pression devient bientôt égale à 1021^{mm} seulement. Un phénomène analogue se produit à chaque température. Il semble donc qu'il s'est formé réellement un hydrate très instable de chlorure d'éthyle.

» Au-dessus de + 5°, ce composé se détruit, même sous une pression de 2^{atm}.

» *Hydrate d'iodure de méthyle.* — Il se forme dans les mêmes conditions que le précédent; dans l'air ou l'hydrogène, il se détruit seulement à + 4°,8. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxygluconique.* Note de M. **L. Boutroux**, présentée par M. Pasteur. (Extrait.)

« M. Émile Fischer a récemment montré (*Ber. der deut. ch. Gesell.*, t. XXIII, p. 937) qu'on peut remplacer, dans les acides dérivés des sucres, la fonction acide par la fonction aldéhyde, en traitant par l'amalgame de sodium les lactones de ces acides. Appliquant cette méthode à l'acide saccharique, il a obtenu un acide qui réduit fortement la liqueur de Fehling. En l'évaporant dans le vide, il n'a pu l'amener à l'état cristallisé, mais seulement à l'état sirupeux. Cet acide, dit-il, présente la plus grande analogie avec l'acide glucuronique.

» Or, j'ai obtenu, par l'oxydation du glucose ou de l'acide gluconique [1] au moyen d'une bactérie, un acide qui possède les quelques propriétés observées par M. Fischer dans le produit de la réduction de l'acide saccharique. Je lui ai donné le nom d'*acide oxygluconique*. Il est naturel de penser que la réduction de l'acide saccharique donne le même acide aldéhyde que l'oxydation de l'acide gluconique. Je suis donc très porté à croire que le corps obtenu par M. Fischer est l'acide oxygluconique. La comparaison des deux corps est facile à faire, en tenant compte de la description que j'ai donnée de l'acide oxygluconique dans ma première Note. J'ajouterai à cette description quelques données nouvelles.

» Cet acide est lévogyre. Rapporté à la formule $C^{12}H^{10}O^{14}$, son pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = -14°,5$ pour des solutions contenant environ 2^{gr} d'acide dans 100^{cc} de solution.

» J'ai obtenu à l'état cristallisé, outre les sels de chaux, strontiane et cadmium, déjà sommairement décrits, le sel de plomb, qui se présente en petits cristaux d'un blanc jaunâtre, de forme irrégulière. Au microscope, ces cristaux ont des formes très variées; la plus ordinaire est celle d'épaisses plaques triangulaires obtusangles, ayant les sommets tronqués par des modifications plus ou moins développées. Ce sel est très peu soluble dans l'eau. Cependant les solutions d'oxygluconates ne précipitent pas toujours par l'acétate de plomb, ce qui s'explique facilement, tous les oxygluconates cristallisés manifestant une tendance prononcée à la sursaturation.

» J'ai donné, dans ma Note de 1886, des analyses de sels qui conduisaient, pour l'acide, à la formule empirique $C^{12}H^{12}O^{16}$; mais il est évident que cette formule peut contenir de l'eau en trop, puisque rien ne peut indiquer si les sels analysés étaient anhydres. Dans un Mémoire que j'ai publié plus tard sur le même sujet [2], après avoir montré le caractère d'acide aldéhyde que présente l'acide oxygluconique, je lui ai attribué la formule $C^{12}H^{10}O^{14}$, ou $C^{12}H^2(H^2O^2)^4(O^2\text{-})(O^4)$.

» Les corps que j'ai analysés peuvent être représentés par les formules suivantes :

Acide oxygluconique desséché dans le vide à froid.	$C^{12}H^{10}O^{14} + 4HO$
Oxygluconate de chaux........................	$C^{12}H^9CaO^{14} + 3HO$
» de strontiane........................	$C^{12}H^9SrO^{14} + 3HO$
» de plomb........................	$C^{12}H^9PbO^{14} + 2HO$
» de cadmium........................	$C^{12}H^9CdO^{14} + 2HO$

(1) *Comptes rendus*, t. CII, p. 924; 1886, et CIV, p. 369.
(2) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. II, p. 309; 1888.

» La formule $C^{12}H^{10}O^{14}$ est déjà celle de l'acide glucuronique; mais l'acide oxygluconique est certainement différent de ce dernier. En effet :

» 1° L'acide glucuronique, en solution aqueuse, donne, quand on l'évapore par l'action de la chaleur, un anhydride en grands cristaux brillants fusibles à 167°. L'acide oxygluconique, évaporé au bain-marie, ne fournit qu'un sirop brun, devenant de plus en plus noir.

» 2° L'acide glucuronique est dextrogyre; l'acide oxygluconique est lévogyre.

» 3° L'acide glucuronique est insoluble dans l'alcool; l'acide oxygluconique y est très soluble.

» 4° M. Thierfelder, qui a étudié l'acide glucuronique (¹), a obtenu les glucuronates de potasse et de soude cristallisés, et n'a pu faire cristalliser ceux de cadmium et de chaux. Au contraire, je n'ai pas pu faire cristalliser les oxygluconates de potasse et de soude, tandis que ceux de cadmium et de chaux cristallisent très facilement.

» Malgré ces différences, l'acide oxygluconique se rapproche beaucoup de l'acide glucuronique, par sa double fonction d'acide monobasique et d'aldéhyde. C'est pourquoi, tout en présentant beaucoup d'analogie avec l'acide glucuronique, l'acide obtenu par M. Fischer, dans la réduction de l'acide saccharique, peut bien être identique avec l'acide oxygluconique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la recherche des impuretés contenues dans l'alcool.* Note de M. **Ed. Mohler**, présentée par M. Troost.

« Un grand nombre de réactions ont été indiquées pour la recherche des impuretés contenues dans l'alcool. L'action de l'acide sulfurique, celle du bisulfite de rosaniline, de l'acétate d'aniline et du permanganate de potasse sont considérées comme donnant les meilleurs résultats.

» Nous avons fait des solutions au $\frac{1}{1000}$ dans l'alcool éthylique à 50° des différents produits qui sont contenus dans l'alcool ou qui y sont ajoutés, et nous les avons soumises à l'action de ces réactifs. Nous considérons que tel réactif, n'agissant pas sur les solutions de cette concentration, doit être déclaré impropre, dans la pratique de l'analyse, à déceler l'impureté sur laquelle il n'aura pas eu d'action. Voici les résultats :

» *Acide sulfurique.* — La proportion maxima d'acide sulfurique à employer est de 10^{cc} d'acide pour 10^{cc} d'alcool. Au-dessus de cette quantité,

---

(¹) *Zeit. f. phys. Ch.*, 1887, p. 388, et *Bull. Soc. Chim.*, XLIX, p. 317.

l'alcool pur se colore; au-dessous, la sensibilité de la réaction est diminuée dans de très grandes proportions.

» Le Tableau suivant donne, en degrés Savalle, l'intensité de coloration obtenue avec les différentes solutions au $\frac{1}{1000}$ que nous avons préparées; il indique la teneur limite des solutions donnant encore une légère coloration, et fait ressortir que l'intensité de la coloration n'est pas proportionnelle à la teneur en impuretés :

Produits dissous dans l'alcool.	Degrés Savallé correspondant aux solutions contenant par litre			Teneur limite par litre des impuretés donnant encore une coloration appréciable.
	1gr.	0gr,500.	0gr,225.	
	°	°	°	gr
Furfurol	noir intense	noir	gris	0,010
Aldéhyde isobutylique	9	3	$\frac{1}{4}$	0,125
Paraldéhyde	8	4	$\frac{1}{2}$	0,125
Aldéhyde propionique	7	2,5	$\frac{1}{4}$	0,250
» œnanthylique	5	2,5	traces de coloration	0,250
» valérianique	5	1	»	0,250
» éthylique	3	3	$\frac{1}{2}$	0,125
» méthylol	2,5	traces de coloration	»	0,500
» acétol	1,5	»	»	0,500
Alcool caprylique	7	3	$\frac{1}{2}$	0,050
» isobutylique	6	2,5	$\frac{1}{4}$	0,125
» heptylique	4	traces de coloration	»	0,500
» amylique	2	»	»	0,500
Acétate d'amyle	3	»	»	0,250

» Les solutions au $\frac{1}{1000}$ d'aldéhyde butyrique, d'acétone, d'alcool propylique, isopropylique, butylique normal, méthylique, d'acétate, propionate, butyrate, isobutyrate, valérianate, caproate, œnanthylate, sébate, benzoate et salicylate d'éthyle n'ont donné aucune coloration.

» Il résulte du Tableau précédent que cette réaction ne peut servir à doser les impuretés qui sont contenues dans l'alcool, et qu'elle n'est bonne qu'à déceler, dans les limites qui viennent d'être indiquées, les produits colorables par l'acide sulfurique.

» *Bisulfite de rosaniline.* — Les proportions relatives d'acide sulfurique

et de bisulfite de soude qui entrent dans la composition de ce réactif, ont une très grande action sur sa sensibilité. Avec peu d'acide, le réactif se colore même avec l'alcool pur, tandis qu'une grande proportion d'acide sulfurique et de bisulfite de soude fait qu'une solution au $\frac{1}{1000}$ d'aldéhyde éthylique ne donne plus aucune coloration.

» Nous avons trouvé que le réactif suivant, ne se colorant pas avec l'alcool éthylique pur, permet de déceler encore $\frac{1}{100000}$ d'aldéhyde :

	cc
Solution au $\frac{1}{1000}$ de fuchsine	30
Bisulfite de soude à 34° B	20
Acide sulfurique	3
Eau distillée	200

» Ce réactif doit être employé de suite après sa préparation, dans la proportion de 4^{cc} pour 10^{cc} d'alcool à essayer.

» L'intensité de coloration maxima est obtenue après une demi-heure de digestion. On peut déceler, par litre d'alcool à 50° :

	gr
Aldéhydes éthylique, œnanthylique et acétate	0,01
Aldéhyde valérianique	0,02
Aldéhydes propionique et isobutyrique	0,05
Paraldéhyde de méthylate, furfurol, aldéhyde butyrique et acétone.	0,50

» Les alcools et les éthers n'ont aucune action sur ce réactif.

» La méthode ne peut pas servir à la détermination quantitative des aldéhydes, car la coloration n'est pas proportionnelle à la teneur des aldéhydes; cependant, en employant des solutions types dont la teneur se rapproche de celle de l'alcool à essayer, les résultats obtenus donnent une idée approchée de la proportion d'aldéhyde contenue dans l'échantillon.

» *Acétate d'aniline.* — L'acétate d'aniline, en solution acide, est bien le réactif particulier du furfurol; son action a été négative sur la totalité de nos autres solutions d'aldéhydes, d'alcools et d'éthers.

» La coloration développée n'est pas grandement influencée par les proportions relatives d'acide acétique et d'aniline. Cependant cela n'est exact qu'à partir d'une certaine teneur en acétate d'aniline; ainsi, en représentant par 1 l'intensité développée par 4 gouttes d'aniline et 1^{cc} d'acide acétique, 1,6 représente celle qui est développée par 10 gouttes d'aniline et 2^{cc} d'acide acétique cristallisables ajoutés à 10^{cc} d'alcool à essayer.

» Ces dernières proportions donnent les meilleurs résultats; la coloration est maxima après une demi-heure de digestion.

» Le furfurol peut être ainsi dosé colorimétriquement. La réaction est

en outre excessivement sensible ; ainsi une solution au $\frac{1}{10000000}$, ne contenant par conséquent que 1^{mgr} de furfurol par litre d'alcool, donne une coloration très nette, et il est possible d'apprécier encore une trace de coloration avec les solutions ne contenant plus que $\frac{1}{100000000}$ de furfurol.

» *Permanganate de potasse.* — Lorsque l'on ajoute 2 à 3 gouttes de permanganate de potasse normal centime à 10^{cc} d'alcool éthylique pur, il faut environ deux minutes pour que la réduction soit complète.

» En remplaçant l'alcool éthylique par les solutions que nous avons préparées, on constate que, suivant la nature de ces solutions, la réduction est plus ou moins rapide, mais qu'il est impossible d'établir pratiquement aucune différenciation de ces corps d'après la vitesse de réduction du permanganate.

» Cependant, en opérant en liqueur acide, le permanganate est détruit par trois de nos solutions.

» Ce sont celles qui contiennent la paraldéhyde, l'aldéhyde isobutylique, l'alcool isobutylique. La réduction est si nette qu'il est possible d'arrêter, à une goutte près, l'addition de permanganate, dès que l'on a constaté une coloration de l'alcool, persistant quelques secondes.

» Nous avons trouvé que cette réduction était proportionnelle à la teneur en aldéhyde, qu'elle était indépendante de la concentration de l'alcool et du degré d'acidité du liquide. Tandis que les solutions d'aldéhyde éthylique au $\frac{1}{1000}$ ne possèdent aucune propriété réductrice instantanée, celles de paraldéhyde réduisent très fortement et instantanément le permanganate de potasse.

» Nous continuerons ce travail en déterminant les quantités de potasse absorbées par la saponification des éthers et la résinification des aldéhydes, ainsi que le pouvoir réducteur des aldéhydes sur le permanganate, après leur traitement à la potasse [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau procédé de détermination des matières minérales dans les sucres, à l'aide de l'acide benzoïque.* Note de M. **E. Boyer.**

« L'incinération directe des sucres pour la détermination des matières minérales est une opération longue et délicate, à laquelle on a substitué, dans l'analyse industrielle, le procédé empirique indiqué par Scheibler,

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire municipal de Paris.

qui consiste à incinérer un poids connu de sucre, en présence d'acide sulfurique concentré et pur, jusqu'à obtention de cendres parfaitement blanches; il est généralement admis que, en déduisant le dixième du poids des cendres sulfatées, le nombre ainsi obtenu représente les matières minérales ou cendres. Plusieurs chimistes, notamment MM. Aimé Girard et Viollette, ont fait remarquer que cette correction était insuffisante, les cendres de sucre étant principalement formées de carbonates et de chlorures alcalins, et ont proposé de déduire $\frac{2}{10}$ du poids des cendres sulfatées pour obtenir les *matières minérales réelles* des sucres.

» On voit, en effet, par un calcul d'équivalents, que cette dernière correction se rapproche de la réalité.

» Le procédé qui fait l'objet de cette Note a l'avantage de supprimer toute correction, puisqu'il donne directement les matières minérales du sucre *à leur état naturel;* il consiste à opérer la carbonisation du sucre en présence d'un acide volatil, l'acide benzoïque. Pour faciliter le mélange de cet acide avec le sucre, il est préférable de l'employer en solution, et, à cause de sa faible solubilité dans l'eau, j'ai employé comme dissolvant l'alcool à 90° : 100^{cc} pour 25^{gr} d'acide benzoïque.

» Pour déterminer les matières minérales d'un sucre, on en pèse, dans une capsule de platine, 5^{gr} que l'on humecte avec 1^{cc} d'eau distillée; la capsule est chauffée doucement au-dessus d'un bec Bunsen pour caraméliser le sucre sans le carboniser, de manière que tout le charbon soit formé ultérieurement en présence de l'acide benzoïque. L'addition d'eau rend cette manipulation facile. On ajoute ensuite 2^{cc} de la solution alcoolique benzoïque, soit $0^{gr},5$ d'acide, et l'on évapore au bain de sable en chauffant d'abord doucement jusqu'à volatilisation complète de l'alcool, puis en élevant la température pour amener la carbonisation.

» L'acide benzoïque décomposé dégage d'abondantes vapeurs qui boursouflent la matière sucrée, surtout si l'on a la précaution d'imprimer un mouvement circulaire à la capsule; on continue le chauffage jusqu'à ce que tout l'acide benzoïque soit volatilisé.

» Le charbon obtenu est volumineux, d'un noir brillant. Pour en opérer la combustion, il suffit de disposer la capsule à l'entrée d'un fourneau à moufle, chauffé au rouge sombre; l'incinération est complète en une demi-heure environ; les cendres obtenues sont blanches, volumineuses.

» La capsule est pesée rapidement, après refroidissement, afin d'éviter l'absorption de l'humidité par les carbonates alcalins.

» Le poids obtenu représente les matières minérales de 5^{gr} de sucre.

» On peut remplacer l'acide benzoïque par le benzoate d'ammoniaque; mais, quel que soit le corps employé, on devra s'assurer préalablement qu'il ne laisse aucun résidu dans les conditions de l'analyse.

» Les résultats donnés par cette méthode ont été concordants et ont justifié la déduction de $\frac{2}{10}$ du poids des cendres sulfatées pour obtenir les matières minérales réelles des sucres de premier et second jet; en voici quelques-uns, comparés à l'incinération sulfurique, corrigée successivement avec les coefficients $\frac{1}{10}$ et $\frac{2}{10}$:

Nature du sucre.	Incinération benzoïque.	Incinération sulfurique. Sans correction.	Correction de $\frac{1}{10}$.	Correction de $\frac{2}{10}$.
Blanc	0,06	0,08	0,07	0,06
Premier jet	0,73	0,90	0,81	0,72
Second jet	0,94	1,18	1,06	0,94
Mélange de divers sucres	1,81	2,25	2,03	1,80

» Par l'avantage de donner les matières minérales réelles directement, la méthode d'incinération des sucres que je viens de décrire permet de déterminer facilement la composition de ces matières; c'est aussi à ce dernier point de vue que j'ai cru utile de la faire connaître. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les sources minérales de Cransac (Aveyron).* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« Les sources minérales de Cransac diffèrent de la plupart des autres sources minérales, à la fois par leur origine et par leur composition. Tandis que, d'ordinaire, les eaux minérales viennent d'une assez grande profondeur et arrivent au jour par des fractures du terrain dues à des phénomènes géologiques plus ou moins anciens, celles de Cransac, au contraire, trouvent à peu de distance de la surface la cause de leur minéralisation, et celle-ci peut s'expliquer assez simplement par des phénomènes superficiels.

» Les sources sont situées dans la vallée de Cransac (Aveyron), au pied et sur le versant de montagnes où viennent affleurer de puissantes couches de houille surmontées de schistes charbonneux et pyriteux. L'exploitation du combustible a donné lieu à des affaissements du sol et il s'est produit, dans la houille et dans les schistes, des incendies qui ont calciné les couches voisines. Aussi voit-on, à quelque distance au-dessus des sources, une bande de terrains rougeâtres, chargés d'oxyde de fer, que l'on appelle à

juste titre des *terrains brûlés*. Il existe encore, sur différents points de la montagne, des dégagements de vapeurs et des excavations creusées de main d'homme pour servir d'étuves aux malades.

» Les eaux météoriques, en filtrant ou séjournant au contact de ces terrains, se chargent de principes minéraux, qui sont, comme nous allons le voir, caractéristiques des sources de Cransac. Le régime des eaux est influencé, comme celui des sources d'eau ordinaire, par les phénomènes superficiels et surtout par la pluie, la neige, la sécheresse; il est aussi parfois affecté par des phénomènes souterrains, tels que les cassures et les affaissements de terrain qui peuvent résulter de l'exploitation de la houille.

» Des accidents de ce genre ont produit une diminution très sensible dans le débit des sources précédemment utilisées; mais plusieurs autres sources minérales ont été trouvées dans la même vallée, et, comme on a presque cessé d'exploiter les couches supérieures du bassin houiller, ces sources nouvelles pourront présenter désormais une certaine régularité de débit et de composition.

» Avant de chercher à les mettre en valeur, il fallait être fixé sur leur composition chimique. Les ingénieurs des Mines de l'arrondissement de Rodez, MM. de Castelnau et Rateau, nous ont donc demandé de faire l'analyse des eaux minérales de la vallée de Cransac, en nous donnant sur la situation topographique et géologique des sources des renseignements que nous mettons à profit dans cette Note.

» Les résultats des analyses, rapportés à 1^{lit} d'eau, peuvent être groupés de la manière suivante :

	Sources								
Éléments dosés.	du Fraysse n° 1.	du Fraysse n° 2.	Valette.	Galtié.	Euph^ie Galtié.	haute Albagnac.	basse Albagnac.	Roques.	Rouquette.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Silice........	0,0250	0,0460	0,0300	0,0240	0,0062	0,0032	0,0032	0,0620	0,0320
$CaO, 2CO^2$...	0,0000	0,0000	0,0720	traces	0,0144	0,0315	0,0093	traces	traces
CaO, SO^3....	0,2757	0,6970	0,1156	0,8959	0,5950	0,5219	0,3604	1,0850	0,3910
MgO, SO^3....	0,4215	1,3113	0,2994	0,3120	0,4830	0,4470	0,2745	1,2460	0,3600
$Al^2O^3, 3SO^3$..	0,0087	0,2790	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0300	0,0230
$Fe^2O^3, 3SO^3$..	0,0017	0,0087	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	traces	traces
MnO, SO^3....	0,0127	0,1550	0,0019	0,0019	0,0038	traces	absence	0,0610	0,0197
CaO, AzO^5...	0,1435	0,0000	0,5380	0,2020	traces	0,2566	traces	0,0000	0,0000
KO, AzO^5....	0,3574	0,1720	0,0205	0,0272	0,0228	0,0160	0,0119	0,0300	0,1950
NaCl........	0,0778	0,0270	0,1044	0,0208	0,0626	0,0464	0,0278	0,0250	0,0990
LiCl........	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces
Total....	1,3240	2,6960	1,1843	1,4863	1,1903	1,3251	0,6896	2,5390	1,1197

» On peut remarquer que, malgré la diversité de leur composition, qui doit être attribuée à celle des terrains traversés par les eaux, toutes ces sources ont des caractères communs.

» Les *carbonates* y font presque entièrement défaut; les sulfates, au contraire, y sont en quantité dominante.

» La présence des *sulfates* s'explique aisément comme conséquence de la décomposition des pyrites de fer contenues dans la houille et dans les schistes houillers lavés par les eaux météoriques. Quant au *fer* des pyrites, il ne se retrouve dans les sources qu'en proportion minime : la majeure partie a dû être peroxydée et remplacée par d'autres bases, pendant la filtration des eaux à travers des calcaires dolomitiques. Aussi trouve-t-on, dans toutes ces eaux, des proportions importantes de sulfates de *chaux* et de *magnésie* et, dans quelques-unes d'entre elles, des proportions très notables de sulfates de *manganèse* et d'*alumine*.

» Toutes les sources contiennent des *nitrates*, et ces sels, très rares dans les sources minérales d'origine profonde, se trouvent ici dans des proportions parfois remarquablement élevées. La cause en paraît devoir être cherchée dans la transformation de l'azote primitivement contenu dans la houille; la chaleur dégagée par les incendies souterrains peut avoir donné naissance à des sels ammoniacaux, qui ont vraisemblablement subi, dans les parties du sol perméables à l'air, la fermentation nitrique que MM. Schlœsing et Müntz ont si bien analysée dans le sol végétal. Peut-être y a-t-il aussi des nitrates provenant des substances azotées de la surface du sol.

» La présence du *chlorure de sodium* peut avoir ici une autre cause que dans les eaux minérales profondes. M. Rateau a signalé, en effet, que les vapeurs qui s'échappent encore aujourd'hui des terrains en feu de Cransac contiennent des chlorures ou de l'acide chlorhydrique libre.

» Il ne nous appartient pas d'émettre un avis sur la valeur thérapeutique des sources nouvelles de Cransac. Nous nous bornerons à faire un simple rapprochement entre leur composition actuelle et celle des anciennes sources, connues par des analyses faites à différentes époques [1].

» Les sulfates de chaux et de magnésie sont restés les sels dominants, comme ils l'étaient autrefois; le sulfate d'alumine est aujourd'hui en proportion beaucoup moindre, mais peut cependant encore jouer un rôle im-

---

[1] Ossian Henry, 1840; Bureau d'Essai de l'École des Mines, 1849; Jules Lefort, 1863.

portant dans certaines eaux, à cause de ses propriétés astringentes. Le sulfate de manganèse, déjà signalé autrefois et considéré comme ayant une action tonique, se trouve en quantité sensible dans quelques sources. La présence des nitrates de chaux et de potasse, qui doivent donner aux eaux des qualités diurétiques très prononcées, n'avait pas été ou avait été à peine indiquée précédemment.

» Enfin, la minéralisation assez variée des sources nouvelles permet d'augurer qu'elles pourront être utilisées pour des affections diverses, pourvu que chacune d'elles conserve une composition constante pendant une assez longue durée de temps. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les combinaisons de l'hémoglobine avec l'oxygène*. Note de M. **Christian Bohr**, présentée par M. Chauveau.

« Les recherches que j'ai faites pendant plusieurs années sur les propriétés de l'hémoglobine m'ont permis de constater que, à côté de sa combinaison bien connue avec l'oxygène, l'oxyhémoglobine, il en existe au moins trois autres, qui, toutes, sont dissociables et ont le même spectre, mais ne renferment pas la même quantité d'oxygène. Quant aux combinaisons de l'hémoglobine avec l'acide carbonique, j'en ai également trouvé trois espèces analogues, qui diffèrent chacune par la teneur en acide carbonique, mais sont d'ailleurs très voisines; enfin l'hémoglobine peut se combiner à la fois avec l'oxygène et l'acide carbonique. Il suit de là, comme je l'exposerai dans une seconde Communication, qu'on obtient un nouveau point de vue pour la régularisation de l'échange gazeux respiratoire; car, comme on le verra, il faut admettre que le sang renferme les différentes combinaisons de l'hémoglobine en quantité variable, et que les proportions relatives de ces combinaisons peuvent varier dans un temps très court, même dans un seul passage à travers le système des vaisseaux capillaires, ce qui doit avoir une très grande influence sur les tensions qu'ont, à chaque instant, les gaz du sang. Il est tout naturel qu'un pareil système de régularisation soit influencé par des états pathologiques; je reviendrai plus loin sur ce point.

» Je me bornerai, dans ce résumé, à exposer dans un ordre schématique les résultats ci-dessus mentionnés, en les accompagnant de quelques exemples pris parmi les nombreuses expériences que j'ai faites pour éclaircir ces questions. La description des détails de ma méthode et de mes

expériences fera l'objet de quelques Mémoires qui paraîtront prochainement.

» *Combinaisons de l'hémoglobine avec l'oxygène.* — Outre l'oxyhémoglobine ordinaire qui, à la pression atmosphérique, renferme environ $1^{cc},50$ (mesurée à $0°$ et à 760^{mm}) (¹), il existe, nous l'avons vu, entre l'hémoglobine et l'oxygène, d'autres combinaisons dissociables. Les combinaisons ont toutes ce caractère de commun, que leur courbe de dissociation, c'est-à-dire la courbe ayant pour abscisses les pressions de l'oxygène et pour ordonnées les quantités d'oxygène combinées avec 1^{gr} d'hémoglobine, présente la même forme; c'est une courbe continue qui tourne sa concavité vers l'axe des abscisses, et dont la plus forte courbure correspond à peu près à une pression de 10^{mm}.

» Nous examinerons maintenant de plus près les propriétés caractéristiques des différentes hémoglobines; leur analyse chimique, comme il est facile de le voir, présente du reste encore de grandes lacunes :

» **1.** Comme je l'ai déjà dit dans un Mémoire antérieur (²), il y a une hémoglobine qui, à une pression d'oxygène de 150^{mm}, fixe $2^{cc},7$ d'oxygène, dans les mêmes circonstances où l'hémoglobine ordinaire, à la même pression, n'en fixe que $1^{cc},7$. Je n'ai pas réussi à préparer directement cette combinaison; elle apparaît de temps à autre accidentellement, comme résultat d'une préparation ordinaire d'hémoglobine, et je ne l'ai rencontrée jusqu'ici que dans des solutions à 1 pour 100. Son spectre est, par rapport à la situation des bandes d'absorption, identique à celui de l'hémoglobine ordinaire. Sa courbe de dissociation, qui a été déterminée par absorptimétrie, a la même forme que celle de l'oxyhémoglobine ordinaire. Le fer n'a pas été dosé.

» Cette combinaison d'hémoglobine, plus riche en oxygène, est désignée dans ce qui suit sous le nom d'*oxyhémoglobine* δ, pour la distinguer de l'oxyhémoglobine ordinaire, que nous appellerons *oxyhémoglobine* γ.

» **2.** Si l'on fait sécher l'oxyhémoglobine ordinaire en l'étendant en couches minces sur des plaques de verre, et en l'exposant ensuite à un courant d'air rapide, on obtient une poudre cristalline (avec 15 pour 100 d'eau environ) qui est soluble dans l'eau. La dissolution, clarifiée par l'appareil centrifuge, donne, mesurée au spectromètre, des bandes d'absorption qui ont exactement la même situation que celles de l'oxyhémoglobine ordinaire; le spectre ne renferme pas de bandes de méthémoglobine. Mais l'hémoglobine séchée et redissoute, que nous appellerons *oxyhémoglobine* β, absorbe bien moins d'oxygène que l'hémoglobine primitive, comme le montre

---

(¹) La quantité d'oxygène combiné varie un peu suivant la concentration de la dissolution. (Voir Bohr, *Experimentelle Untersuch. über die Sauerstoffaufnahme des Blutes*, Copenhague, 1885, p. 43.)

(²) *Loc. cit.*, p. 45.

l'exemple suivant. Une dissolution de cristaux humides d'hémoglobine a absorbé $1^{cc},3$ d'oxygène par gramme d'hémoglobine (326^{cc} par gramme de fer), tandis que la dissolution des mêmes cristaux, après séchage préalable de ces derniers, n'en a absorbé que $0^{cc},78$ (164^{cc} par gramme de fer).

» La teneur en fer de l'oxyhémoglobine β a été considérable (0,47 pour 100 environ), bien que la poudre cristalline séchée en renfermât une proportion moindre (0,38 pour 100 environ).

» La situation des bandes d'absorption des oxyhémoglobines β et γ est, comme nous l'avons dit, identique, mais la quantité de lumière absorbée par unité est moindre pour β et le *rapport d'absorption* de la lumière, par conséquent, plus grand. Cette dernière grandeur peut quelquefois croître dans le même rapport que l'absorption de l'oxygène diminue et, en pareil cas, le changement que subit l'hémoglobine, lorsqu'on la fait sécher et la redissout, passera inaperçu, si l'on n'emploie dans cette recherche que la pompe à mercure et le spectroscope.

» En déterminant par la méthode de M. Raoult le poids moléculaire d'une oxyhémoglobine et celui de la variété β correspondante, on trouve qu'ils sont identiques. La courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine β déterminée par l'absorptimétrie a été trouvée analogue à celle de l'oxyhémoglobine γ.

» 3. Dans une série d'expériences que j'ai faites en collaboration avec M. Torup, nous avons déterminé la proportion d'oxygène contenue dans la poudre cristalline obtenue en faisant sécher à l'air les cristaux de l'oxyhémoglobine γ, et trouvé $0^{cc},37$ par gramme (hémoglobine α). Les méthodes que nous avons employées pour obtenir des cristaux non mélangés de méthémoglobine et l'évacuation complète des gaz seront décrites dans un prochain Mémoire.

» Il résulte de ce qui précède qu'on peut distinguer quatre oxyhémoglobines renfermant respectivement, par gramme, environ $0^{cc},4$, $0^{cc},8$, $1^{cc},7$ et $2^{cc},7$ d'oxygène dissociable. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Possibilité des injections trachéales chez l'homme, comme voie d'introduction des médicaments.* Note de M. **R. Botey**, présentée par M. Bouchard.

« Avant de présenter les expériences que j'ai faites à ce sujet, je rappellerai que la Médecine vétérinaire fut amenée par le hasard d'une expérience (Gohier) à se servir de cette voie pour l'introduction des médicaments. Collin constata la rapidité d'absorption, tout à fait remarquable, des liquides par les bronches et les vésicules pulmonaires, rapidité bien supérieure à celle de la muqueuse digestive. Le hasard aussi avait montré, chez l'homme, la possibilité de l'introduction de liquides sans grand dommage. Je rappellerai aussi le fait observé par Bichat, dans son service, d'un

liquide alimentaire injecté dans les voies aériennes, au lieu de l'être dans l'œsophage : aucun accident n'était survenu. Le professeur Bouchard avait abordé ce sujet, dans son Livre sur la Thérapeutique antiseptique, et rappelé les expériences thérapeutiques de Bergeon, présentées au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenu à Rouen.

» Il étudia cette question dans des expériences pratiquées sur les lapins et constata l'innocuité de ces injections faites avec l'eau salée à 7 pour 1000 et naphtolée à $0^{gr},20$, pourvu que l'injection fût pratiquée lentement et que la quantité ne dépassât pas 10^{cc} par kilogramme et par heure. Quand la méthode sera mieux assise expérimentalement, dit le professeur Bouchard, elle pourra probablement être employée chez l'homme et rendre des services dans la bronchite diphtéritique du croup.

» C'est en partant de ces idées que je fis des expériences, d'abord sur des lapins, puis sur moi-même.

» *Expériences sur des lapins.* — Le poids des animaux était d'environ 2^{kg} : injection d'eau distillée de 1^{gr} sans inconvénient; de 2^{gr} avec quelques troubles respiratoires, bientôt dissipés ; de 3^{gr} avec troubles beaucoup plus graves. Ces animaux furent sacrifiés et, à l'autopsie, je ne trouvai aucune altération des voies respiratoires.

» Chez un lapin un peu plus petit, la mort survint par l'injection de 4^{gr} d'eau; elle apparut très vite et, à l'autopsie, les poumons étaient lourds, œdémateux, congestionnés, et les bronches remplies d'écume sanguinolente.

» J'injectai ensuite, sur trois grands lapins, des liquides caustiques (du nitrate d'argent à $\frac{1}{2}$ pour 100 ou du bichromate de potasse à $\frac{1}{2}$ pour 100) à la dose de $0^{gr},5$ sans grand inconvénient, tandis que l'injection dans l'œsophage et l'estomac était suivie d'accidents très sérieux.

» *Expériences faites sur moi-même.* — Ayant l'habitude de me laryngoscopiser et supportant facilement l'introduction de divers instruments dans le larynx, je décidai de pratiquer sur moi-même des expériences, après avoir anesthésié mon larynx au moyen d'une solution de chlorhydrate de cocaïne au dixième. Après application du miroir, j'introduisis une seringue de 25^{cc} de capacité, pourvue d'une longue canule très fine et convenablement courbée, puis j'injectai dans la trachée, peu à peu, en dirigeant le liquide le long des parois, un peu moins de la moitié du contenu de la seringue (10^{gr}) d'eau distillée. Je ne ressentis rien d'anomal, pas même la moindre toux. Les jours suivants, j'injectai la seringue, c'est-à-dire 25^{gr}, sans éprouver ni toux ni malaise; seulement le nombre des respirations était de 17 au lieu de 21, le nombre des pulsations de 74 au lieu de 82.

» Trois jours plus tard, j'injectai 37^{gr} d'eau stérilisée et distillée, sans le moindre malaise. Enfin, au bout de huit jours, je versai, coup sur coup, le contenu de deux seringues, sans toux ni gêne respiratoire ; seulement, le nombre des pulsations et des respirations baissa pendant quelques heures.

» Je ne dépassai pas la dose, mais je suis convaincu que j'aurais pu, en le faisant avec précaution, injecter une bien plus grande quantité de liquide.

» *Expérience sur le malade.* — Chez une femme de ma consultation gratuite, atteinte d'une syphilis laryngo-trachéale, j'injectai 12^{gr} d'une solution iodurée au centième; il y eut de la toux, le larynx n'ayant pas été anesthésié.

» Deux jours après, injection de 15^{gr}, après anesthésie, sans provoquer le moindre réflexe. Quelques jours plus tard, injection tous les deux jours de 25^{gr} de cette solution, à laquelle j'ajoutai $0^{gr},01$ de bichlorure par 100^{gr} d'eau; chaque injection contenait $0^{gr},25$ d'iodure et $2^{mgr},5$ de bichlorure.

» Je répétai ces injections dix-sept fois de suite; la malade les supporta fort bien et elle guérit de son affection, jusqu'alors rebelle à un traitement interne très énergique. Chaque fois, le nombre des respirations tombait de 23 à 18, pendant quelques heures.

» Je n'ai pas fait d'expériences en traversant la trachée : à la suite d'essais sur le cadavre, je suis convaincu que l'on pourrait traverser sans inconvénient la paroi antérieure sans blesser la paroi postérieure; mais ces expériences ne devraient pas être tentées à une consultation externe. »

CHIRURGIE. — *Réclamation de priorité au sujet de la craniectomie.* Note de M. **Guéniot**, présentée par M. Verneuil.

« Le 5 novembre 1889, en présentant à l'Académie de Médecine un enfant microcéphale dont les sutures et les fontanelles paraissaient oblitérées, je crois avoir formulé, le premier et de la manière la plus explicite, l'idée de la *craniectomie*. C'est, en effet, dans les termes suivants que j'exposai mes vues à ce sujet :

» Aujourd'hui que la chirurgie cranienne, grâce aux pratiques antiseptiques, est devenue d'une réelle bénignité, ne pourrait-on pas concevoir une opération libératrice qui permettrait à l'encéphale de prendre, au moins en partie, son expansion naturelle? Ce n'est pas ici le lieu de discuter cette grave question. Mais, dans ma pensée, la création d'une sorte de réseau membraneux, propre à remplacer les fontanelles et les sutures oblitérées, ne serait pas absolument au-dessus des ressources de l'art. C'est à l'aide d'opérations successives, pratiquées à de longs intervalles, que je comprends la possibilité de réaliser avec fruit cette conception thérapeutique (1).

» Si l'on veut bien mettre ce passage en regard de la Communication faite à l'Académie des Sciences, le 30 juin 1890, par M. le professeur Lannelongue, on pourra facilement se convaincre, en comparant les dates :

(1) Voir *Bulletin de l'Académie de Médecine*, t. XXII, p. 409; 1889.

» 1° Que l'idée première et complète de la craniectomie m'appartient dans son intégralité;

» 2° Que M. Lannelongue m'ayant devancé dans la pratique de l'opération, c'est à lui que revient, sans conteste, la priorité de l'exécution.

» Comme j'ai le ferme espoir que, bientôt, la craniectomie comptera parmi les bienfaisantes conquêtes de la Chirurgie, j'ai pensé que, tout en réclamant la part qui m'est due dans ce progrès thérapeutique, il m'appartenait de signaler, dans l'important travail de M. Lannelongue, l'existence d'une petite lacune historique. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mécanisme de la respiration chez les Ampullaridés.* Note de MM. **Paul Fischer** et **E.-L. Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Ampullaridés sont des Gastéropodes prosobranches, munis à la fois d'une branchie et d'un poumon. Le poumon forme une chambre distincte dans la partie dorsale de la cavité palléale, et son plancher, percé d'un orifice situé en avant et à gauche, sépare cette cavité en deux étages superposés; c'est d'ailleurs un organe adventif qui s'est interposé entre la fausse branchie, située à gauche, et la branchie proprement dite. Par suite du développement du poumon, celle-ci s'est trouvée rejetée à droite, à côté du rectum et du conduit génital; mais, comme l'un de nous l'a montré précédemment [1], elle correspond morphologiquement à la branchie gauche et située à gauche des autres Gastéropodes prosobranches.

» Grâce à la libéralité de M. Dautzenberg, qui nous a donné deux splendides échantillons d'*Ampullaria insularum* d'Orb. de l'Amérique du Sud, et de M. le Dr Jousseaume, qui a recueilli pour nous, en Égypte, une dizaine de spécimens de *Lanistes Bolteniana*, nous possédons actuellement, au Muséum d'Histoire naturelle, des Ampullaridés dextres et sénestres qui vivent et se développent parfaitement dans les aquariums que nous leur avons donnés.

» L'*Ampullaria insularum* est une grosse espèce dextre, munie, comme tous les Ampullaridés, de deux siphons situés sur les côtés de la tête, l'un à droite, l'autre à gauche. Mais, tandis que le siphon droit est peu déve-

---

(1) *Système nerveux, morphologie générale et classification des Gastéropodes prosobranches* (*Annales des Sciences naturelles*, 7e série, t. III).

loppé, dépasse à peine le bord antérieur de la coquille et ne forme guère qu'une gouttière, le siphon gauche prend des dimensions considérables, se transforme au besoin de gouttière en tube et atteint parfois, dans l'état de complète extension, une longueur presque deux fois aussi grande que celle de la coquille.

» C'est sur une espèce identique qu'ont porté les seules observations sérieuses que nous possédions sur le mécanisme respiratoire chez les Ampullaridés. Guilding ([1]), Cazenavette ([2]) et, après eux, Bavay ([3]) ont montré que l'animal, étant situé dans l'eau, allonge son siphon, fait affleurer l'orifice à la surface et, rentrant et ressortant alternativement sa tête, produit dans le poumon des mouvements d'aspiration et d'expiration qui ont pour résultat de renouveler l'air du poumon. Ces observations sont d'une justesse absolue, et nous avons observé que, durant les périodes, parfois très longues, pendant lesquelles l'animal éprouve le besoin de respirer l'air en nature, il amène son siphon à la surface de demi-heure en demi-heure et effectue à chaque fois de dix à quinze mouvements respiratoires à peu près isochrones et durant chacun environ de six à huit secondes. Cette respiration pulmonaire ressemble, par conséquent, d'une manière étonnante, à celle des Cétacés.

» En même temps que la respiration pulmonaire, s'effectue aussi la respiration branchiale si l'animal est immergé dans l'eau. Bavay a fait justement observer que l'eau pénètre dans la cavité branchiale par la fente palléale située à gauche de la tête et que le siphon ne joue aucun rôle dans l'introduction de l'air. On peut toutefois préciser davantage ce phénomène d'inspiration aquatique, en l'étudiant au moyen de fins granules carminés en suspension dans l'eau. Comme le siphon divise la fente palléale gauche en deux moitiés un peu inégales, on voit les granules pénétrer dans la chambre par la moitié droite de la fente, celle qui est comprise entre la tête et la base du siphon; ils se dirigent rapidement d'avant en arrière et de droite à gauche, et, si l'on en juge par leur vitesse, l'eau ne doit pas mettre plus de six à huit secondes pour parcourir son trajet entier dans la chambre branchiale, depuis l'entrée qui est située à gauche, jusqu'au lieu de sortie qui est formé à droite par l'extrémité du siphon droit. Les granules tou-

---

([1]) *Zoological Journal*, IIIe vol.

([2]) *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, t. XVIII.

([3]) *La respiration des Ampullaires* (*Revue des Sciences naturelles*, t. II, n° 1).

tefois restent souvent une minute et davantage avant de sortir, arrêtés qu'ils sont dans leur route par les parois muqueuses de la chambre.

» D'ailleurs, il est des périodes où l'animal doit avoir une respiration exclusivement branchiale ou à peu près, car il reste parfois des heures entières au fond de l'eau sans se rapprocher de la surface.

» Quand l'animal est à terre, le poumon joue alors un rôle essentiel et exclusif, ou peu s'en faut, dans la respiration. Le siphon gauche ne sert plus alors à l'entrée de l'air et, d'après Bavay, l'animal respire à plein poumon par l'orifice antérieur du plancher de l'organe. En réalité, les faits sont un peu plus compliqués, comme on peut s'en convaincre en étudiant l'animal au travers de la plaque de verre sur laquelle on l'a posé ; on voit l'orifice pulmonaire s'ouvrir et se fermer alternativement, sans grande régularité d'ailleurs, et ces mouvements correspondent à des mouvements alternatifs de haut en bas et de bas en haut du plancher pulmonaire. Il se produit ainsi des mouvements irréguliers d'aspiration et d'expiration qui sont, du reste, puissamment aidés par les mouvements généraux du corps.

» Tout autre est le mécanisme de la respiration dans l'Ampullaridé sénestre de l'espèce *Lanistes Bolteniana*. Assez différent de l'espèce précédente, par suite du faible développement du siphon gauche, il respire à la fois l'air et l'eau par le siphon et n'exécute jamais, au moment où se produit le renouvellement de l'air dans le poumon, ces mouvements de la tête qui rendent si caractéristique la respiration aérienne des *Ampullaria*. L'animal vient à la surface, étale son siphon dans l'air sous la forme d'une large gouttière et, par celle-ci, renouvelle l'air du poumon. L'animal est dans une position telle, en effet, que l'orifice pulmonaire doit être émergé comme le siphon, si bien que le *Lanistes*, à ce moment, se trouve à peu près exactement comme l'*Ampullaria insularum* quand elle est à terre, et il respire l'air en nature comme le fait alors cette dernière.

» Les *Lanistes* nous ont paru beaucoup moins aériens que les Ampullaires ; ils viennent bien plus rarement à la surface et, le renouvellement de l'air une fois opéré, ils restent parfois longtemps sans recommencer.

» Dès que le siphon gauche a été ramené dans l'eau, il reprend son rôle dans la respiration aquatique et, formant une gouttière un peu moins large, sert à l'entrée de l'eau dans la chambre branchiale. En étudiant ce phénomène au moyen du carmin, on voit qu'il s'effectue exactement de la même manière que dans les Ampullaires dextres, que la durée de la circu-

lation de l'eau est à peu près égale et que l'eau est rejetée par l'extrémité du siphon droit.

» En résumé, l'adaptation à la vie aérienne est beaucoup moins avancée chez les *Lanistes* que chez les Ampullaires, et c'est par ce procédé qu'on doit expliquer l'allongement du siphon dans ces dernières et la différenciation physiologique qui s'est produite entre le siphon et la fente palléale gauche. »

ZOOLOGIE. — *Sur la réfection du test chez l'Anodonte.* Note de M. **Moynier de Villepoix**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Au cours de recherches sur la formation et l'accroissement du test chez les Mollusques, j'ai été amené à instituer, en décembre et janvier derniers, quelques expériences dont voici les résultats sommaires.

» Mes expériences ont porté sur l'Anodonte (*A. ponderosa*). Elles ont consisté dans l'ablation, sur les bords et sur les flancs de la coquille, de fragments assez volumineux du test pour pouvoir observer les modifications qui surviendraient par la suite. Les parties du manteau mises à nu, avec toutes les précautions nécessaires pour éviter de blesser cet organe, ont été immédiatement recouvertes par une plaque de liège enchâssée dans l'ouverture et lutée à la celloïdine, ou bien par un simple morceau de peau, glissé sous la coquille en contact immédiat avec le manteau et assujetti de même. Sur quelques sujets, j'ai laissé à nu la marge du manteau, après ablation du bord d'une des valves de la coquille, imitant ainsi une condition qui se présente fréquemment dans les cours d'eau où vivent les Anodontes, à la suite d'attaques des Rats d'eau ou des Loutres.

» Les animaux ainsi préparés ont été répartis dans les milieux suivants : 1° dans un bassin en communication avec la rivière où ils avaient été pêchés; 2° dans l'eau de cette rivière conservée dans une annexe de mon laboratoire et renouvelée tous les deux jours; 3° dans de l'eau entièrement privée de chaux [1]. Dans ce cas, les animaux ont été nourris de Diatomées conservées dans de l'eau privée également de chaux.

---

[1] J'ai fait cette eau de toutes pièces, ayant reconnu que les précipitations chimiques ne permettent pas d'éliminer pratiquement la totalité de la chaux de l'eau naturelle. La composition chimique du liquide dans lequel je plongeai mes animaux répondait, la chaux en moins, à celle du cours d'eau habité par eux.

» J'ai procédé à l'examen des animaux en expérience dans les premiers jours de juin, c'est-à-dire après quatre mois de séjour dans différents milieux. J'ai pu constater que, chez tous les exemplaires examinés, l'animal a reformé les parties enlevées. Cette réfection, incomplète encore, vu la saison froide et le peu de temps écoulé, ne laisse pas de présenter quelque intérêt et offre même certains avantages pour l'étude.

» *Réfection du bord de la coquille.* — L'épiderme ou drap marin, qui forme chez l'Anodonte de nombreux replis au bord de la coquille, avait été détruit à ce niveau avant l'ablation de la partie calcaire. J'ai constaté, chez tous les individus ainsi mutilés, la réfection d'une nouvelle couche de drap marin, munie de ses replis caractéristiques et se rattachant un peu en arrière du bord brisé. Chez les animaux conservés dans leur milieu normal, le nouveau drap marin présente tous ses caractères habituels. Dès son origine, dans le repli du lobe palléal, il est recouvert sur sa face externe (par rapport à l'animal) de cristaux groupés en houppes ou en sabliers, quelquefois isolés et en forme de navette ou de prismes mal définis. Ces cristaux sont formés d'une substance calcaire non carbonatée, se dissolvant sans effervescence dans les acides et laissant une enveloppe qui conserve la forme du cristal et prend, sous l'action du réactif de Millon, la coloration rouge caractéristique des matières albuminoïdes. Ces cristaux paraissent un produit de sécrétion des cellules épithéliales allongées en regard desquelles ils se trouvent; ils semblent devoir jouer le rôle de matières de réserve. Je ne les ai jamais observés encore pendant l'hiver.

» Après s'être replié un certain nombre de fois sur lui-même, le drap marin s'infléchit sur le manteau, et sur la même face, devenue interne par suite de cette inflexion, apparaissent les différents états des prismes calcaires qui constituent la couche la plus interne de la coquille et la seule qu'on trouve au bord des valves. Une coupe, après décalcification d'une coquille réparée, montre très nettement la nouvelle couche de drap marin et de prismes, reliée par sa base seulement à la face interne de la couche de prismes de l'ancienne coquille, à la hauteur du début de la couche de nacre.

» Quant à la nouvelle formation de cette dernière couche, elle se montre comme une très mince membrane, courant parallèlement à celles de la nacre primitive.

» J'ai constaté à diverses reprises que l'animal, obligé de reporter en arrière la marge de son manteau pour souder à la coquille la nouvelle couche de drap marin, rétracte également et symétriquement les deux feuillets du manteau, à droite comme à gauche, de sorte que, bien qu'aucune blessure

n'ait été faite à la valve opposée, il ne s'en reconstitue pas moins sur cette dernière une nouvelle couche de drap marin et de prismes. La formation se fait plus régulièrement, étant donné le support solide sur lequel elle se produit.

» Chez les animaux conservés dans l'eau dépourvue de chaux, le drap marin seul se reproduit. On rencontre bien à sa surface quelques cristaux offrant les caractères des jeunes états des prismes, mais ils sont beaucoup moins réguliers et peu nombreux. Sur une coupe d'une coquille ainsi reformée, sous un morceau de peau qui recouvrait le manteau, on ne trouve aucune trace de prismes, mais seulement une membrane molle de drap marin.

» La présence des quelques cristaux calcaires signalés plus haut s'explique aisément; la coquille de l'animal, après quatre mois de séjour dans l'eau privée de chaux, est en effet devenue complètement transparente et assez molle, bien que calcaire encore, pour plier sous le doigt comme une membrane élastique.

» *Réfection de la couche de nacre.* — Dans tous les exemplaires examinés, il y a eu sécrétion d'une couche de matière destinée à fermer la blessure pratiquée à la coquille. Cette couche est constituée de plusieurs membranes organisées, superposées, qui prennent naissance à quelques millimètres du bord de la blessure, sur toute sa périphérie.

» Elle est plus ou moins cassante, et n'adhère ni au liège ni au manteau. A sa surface et entre les membranes qui la constituent, le calcaire revêt des formes très diverses, suivant les cas. J'ai rencontré des rhomboèdres très réguliers d'un sel de chaux à acide organique probablement, se dissolvant sans effervescence dans les acides, en abandonnant une membrane organique; des cristaux radiés, sortes de sphérolithes tout à fait analogues à ceux qui constituent les jeunes états des prismes à la marge de la coquille, et donnant comme ceux-ci une croix noire dans la lumière polarisée. Enfin, dans les parties les plus épaisses, vers la périphérie, on trouve de véritables plages cristallines de carbonate de chaux, dont les axes sont orientés dans des directions différentes, ainsi que le montre la rotation du nicol, qui produit des extinctions successives de ces plages.

» Chez les animaux conservés dans l'eau privée de chaux, on n'observe que la formation de membranes molles, sans cristaux d'aucune sorte.

» Je signalerai, en terminant, la profonde modification apportée dans la structure de l'épithélium palléal par la nécessité d'une active sécrétion. Il diffère complètement de ce qu'il est à l'état normal. Les cellules sont très

allongées, pourvues d'un gros noyau ovale, avec un ou deux nucléoles très réfringents. Le protoplasma de la partie externe de la cellule est fortement granuleux et se colore au vert de méthyle (réaction de MM. Balbiani et Houssay); il est, en un mot, identique, comme forme et réactions, aux épithéliums glandulaires du repli du lobe palléal (sécrétion du drap marin) et de la région dorsale (sécrétion du ligament).

» Ces divers résultats me paraissent bien démontrer que la coquille des Naïades est un *produit de sécrétion* du manteau; que le premier état du test est toujours une formation de nature purement organique; enfin que le calcaire destiné à consolider la coquille est emprunté au milieu ambiant. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur la sécrétion de la soie chez le* Bombyx mori. Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Chauveau.

« Les auteurs qui se sont occupés de la sécrétion de la soie désignent sous le nom de *fibroïne* la partie centrale du fil de cocon et aussi la substance visqueuse contenue dans le centre de la glande à soie. La fibroïne de la glande diffère notablement de celle du fil par diverses propriétés et en particulier par sa complète solubilité dans une solution de carbonate de potasse à 15 pour 100.

» On a pensé que la fibroïne de la glande subissait, à la sortie de celle-ci, une coagulation comparable à celle du blanc d'œuf par la chaleur ou par l'alcool, ou bien que le fil prenait sa consistance définitive soit par dessiccation, soit par oxydation.

» On ne saurait admettre que le durcissement du fil se fait par dessiccation seulement, d'abord parce qu'il ne possède plus la propriété de se dissoudre ou de se gonfler soit dans l'eau, soit dans la solution de carbonate de potasse à 15 pour 100, et, en second lieu, parce que nous avons pu faire filer des vers dans un milieu absolument saturé d'humidité, sans que le fil conservât sa viscosité première.

» On ne pourrait non plus invoquer une oxydation, car on sait que ce n'est pas le grès, dont la substance est plus oxygénée que celle du filament central, qui donne au fil sa résistance.

» Il reste donc l'hypothèse de la coagulation. Je n'ai trouvé, dans les divers auteurs que j'ai consultés, aucun renseignement sur la façon dont ce phénomène peut se produire. On sait seulement que la coagula-

tion peut s'opérer dans la glande elle-même, ce qui déjà exclut toute idée d'une sécrétion déposée sur le fil au moment de sa sortie. Nos recherches établissent, d'autre part, que cette coagulation n'est pas comparable à celle du blanc d'œuf soit par l'alcool, soit par la chaleur. Elle se produit par le même mécanisme que la coagulation du sang ou du suc musculaire, et les conditions qui favorisent ou entravent celle-ci agissent dans le même sens pour le contenu des glandes à soie.

» On peut obtenir facilement une sorte de sérum ou de plasma *séricigène* artificiel, en faisant macérer des glandes à soie pendant deux ou trois jours, dans un endroit frais, avec de l'eau distillée ou de l'eau salée à 4 pour 100, ou mieux encore avec une solution de carbonate de potasse à 15 pour 100. Ce sérum filtré donne, par le battage ou l'agitation dans un tube, et même spontanément, un caillot sans addition d'aucun réactif. Ce caillot, encore humide, présente la ductilité et l'élasticité de la soie au moment de sa sortie de la filière, mais il ne tarde pas à perdre la propriété de s'étirer en fils. Il entraîne et fixe une partie de la matière colorante jaune en dissolution dans le plasma artificiel obtenu avec les glandes à soie jaune, et résiste aux réactifs qui dissolvent le contenu de la glande avant sa coagulation.

» Comme dans la coagulation du sang, l'oxygène favorise la formation du caillot, sans que son contact immédiat soit cependant nécessaire pour la production de celui-ci. Si l'on introduit le plasma *séricigène* dans un tube dont on chassera ensuite tout l'oxygène par le vide et par un courant d'acide carbonique ou d'hydrogène, on obtiendra un caillot élastique par l'agitation du tube. Mais si, après avoir prolongé l'agitation assez longtemps pour que le caillot n'augmente plus de volume et que la coagulation paraisse complète, on filtre rapidement le liquide au sein duquel nage le caillot, et que l'on agite alors le liquide filtré au contact de l'air, un nouveau caillot prend naissance. L'oxygène est intervenu dans cette expérience pour former, soit une nouvelle proportion de matière coagulable (fibroïnogène), soit une nouvelle quantité de substance coagulante.

» Nous admettrons l'existence de ces deux substances en raison de la grande analogie existant entre le plasma artificiel, obtenu comme il a été dit plus haut, et le plasma sanguin, et aussi pour d'autres raisons que nous ferons connaître ultérieurement [1]. »

---

[1] Laboratoire de Physiologie générale et comparée de l'Université de Lyon.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La gangrène de la tige de la Pomme de terre, maladie bacillaire.* Note de MM. **Prillieux** et **G. Delacroix**, présentée par M. Duchartre.

« Une maladie inconnue des cultivateurs s'est développée cette année sur les pommes de terre dans des points fort divers de la France. Nous l'avons étudiée sur des échantillons qui nous ont été envoyés au laboratoire de Pathologie végétale, non seulement de l'École de Grignon, de Gonesse et de plusieurs autres points des environs de Paris, mais encore de localités fort éloignées, telles que Fère-Champenoise (Marne), Saint-Martin-de-Connée (Mayenne), Chavaignac (Haute-Loire) et Avoise (Haute-Saône).

» Tous les pieds malades présentaient un aspect et une altération identiques. La tige était profondément altérée à sa partie inférieure, soit sur tout le pourtour, soit sur une partie seulement; le mal s'étendait, dans le sens longitudinal, du niveau du sol vers les feuilles. Dans les parties attaquées, les cellules étaient mortes, déprimées, vidées, et leurs parois fortement colorées en brun. Le diamètre de la partie altérée était devenu plus mince que celui de la portion encore turgescente et verte; quand l'altération n'atteignait qu'un côté de la tige, la partie morte et déprimée formait un sillon plus ou moins large et profond. Les plantes atteintes ne tardaient pas à mourir.

» L'examen microscopique de ces tiges altérées ne nous a montré ni trace de passage d'insecte, ni mycélium de Champignon parasite; mais une particularité nous a frappés dès nos premières observations, c'est la présence d'une très grande quantité de bacilles tourbillonnant dans les cellules brunies. En poursuivant nos recherches sur les divers échantillons de Pomme de terre offrant les mêmes caractères extérieurs de maladie, nous avons constamment retrouvé de même de nombreux amas de bacilles dans l'intérieur des cellules des tissus altérés.

» Peu de temps auparavant, nous avions reçu de Libourne (Gironde) des pieds de *Pelargonium* offrant, sur la partie inférieure de leur tige, des taches noires pénétrant dans la profondeur des tissus et formant des sortes de chancres mous. Cette maladie fort répandue faisait dans les jardins de grands ravages. L'examen des tissus altérés de ces *Pelargonium* nous avait

déjà montré des bacilles semblables à ceux que nous retrouvions dans les tiges gangrenées de la Pomme de terre.

» La présence des bacilles dans des parties d'organes vivants atteints d'un mode particulier d'altération nous a paru n'être pas fortuite, et nous avons pensé qu'il était permis de regarder comme très vraisemblable que le bacille trouvé constamment dans les tissus altérés est vraiment la cause de l'altération.

» Pour contrôler cette opinion, nous avons eu recours à l'expérimentation : nous avons opéré une série d'essais d'infection de tiges saines, soit de Pommes de terre, soit de *Pelargonium*, à l'aide d'aiguilles trempées dans une préparation microscopique de tige gangrenée où nous avions constaté la présence de myriades de bacilles. Ces infections ont été faites avec toutes les précautions en usage pour ces sortes d'opérations.

» Sur un grand nombre des tiges ainsi inoculées nous vîmes, au bout de quelques jours, la petite plaie faite avec l'aiguille s'entourer d'une auréole brune de tissu gangrené, qui a gagné plus ou moins loin, selon que les conditions de culture et l'état de la plante infectée favorisaient ou non le développement de la contagion.

» Des coupes de tiges ainsi artificiellement infectées contenaient des myriades de bacilles, tant dans les cellules à parois déjà brunes que dans les cellules voisines qui contenaient encore des grains verts de chlorophylle.

» Il paraît donc légitime d'attribuer la gangrène de la tige de la Pomme de terre signalée particulièrement cette année, aussi bien que la pourriture des *Pelargonium*, à l'invasion des jeunes tiges par ces bacilles, que nous désignerons, au moins provisoirement, sous le nom de *Bacillus caulivorus*. C'est bien le même bacille qui cause l'infection du *Pelargonium* et de la Pomme de terre; des inoculations de tiges de *Pelargonium* par le Bacille de la gangrène de la Pomme de terre, et inversement, nous en ont fourni la preuve. Nous avons pu infecter de même des tiges de Fève et de Lupin : des tentatives d'infection faites sur plusieurs autres plantes ont donné des résultats négatifs.

» Le bacille que nous avons étudié a $1,5\,\mu$ de long sur $\frac{1}{2}\,\mu$ à $\frac{1}{3}\,\mu$ de large. Il parait différent de celui que M. Wakker a observé dans la Jacinthe atteinte de la maladie du jaune et qu'il a nommé *Bacillus Hyacinthi*. Il le décrit en effet comme ayant une bien plus grande taille, $2,5\,\mu$ de longueur. Est-il aussi différent de celui qui a été regardé par M. Comes comme cause de la dégénérescence gommeuse et désigné par lui comme *Bacterium*

gummis? La question nous paraît encore douteuse. Aussi n'est-ce qu'à titre provisoire que nous proposons d'attribuer au Bacille de la gangrène de la tige de la Pomme de terre le nom de *Bacillus caulivorus*. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'angle de polarisation des roches ignées et sur les premières déductions sélénologiques qui s'y rapportent*. Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« La Note que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie est la suite de celle sur l'angle de polarisation de la Lune, dont je l'ai entretenue dans sa séance du 26 août dernier.

» Pour les mesures dont il s'agit maintenant, on prépare une surface plane et polie de la roche et on la dispose horizontalement sur le plateau d'une tournette où elle tient à l'aide d'une pâte de cire. C'est pour les roches où les éléments macroscopiques sont assez distincts que ce dispositif est surtout nécessaire. En imprimant à la tournette un mouvement rapide et en visant un point éloigné du centre, on saisit l'effet d'ensemble des gros éléments, pourvu toutefois qu'il y en ait assez dans le champ de la petite lunette portant le nicol analyseur.

» Le résultat des mesures est donné à la fin de cette Note. Il convient de signaler que, pour une même roche, les mesures relatives à des échantillons de diverses provenances sont assez concordantes. L'exemple suivant suffira pour s'en former une idée : les basaltes du Cantal, d'Olot, d'Almeria ont donné respectivement 31°43′, 31°42′, 31°47′. La liste se termine par l'angle de polarisation de la glace, mesuré sur de la glace naturelle non fondante. C'est une donnée qui a de l'intérêt d'actualité à l'occasion d'une théorie de date récente émise par un savant illustre [1], d'après laquelle le sol de la Lune serait constitué par de l'eau solide.

» Il est aisé de comprendre que le degré de précision des mesures doit être d'autant plus satisfaisant que les éléments macroscopiques de la roche sont plus petits ou moins abondants dans la pâte qui les englobe, et que la proportion de lumière polarisée est plus forte, ou, ce qui revient au même, en général, que la teinte de la roche est plus foncée. C'est ainsi que l'erreur probable sur la moyenne relative au vitrophyre, au basalte, est bien moindre que celle qui a rapport aux roches de la famille du granit.

---

[1] Hirn, dans son Ouvrage *La constitution de l'espace céleste*.

» Ainsi qu'on va le voir tout à l'heure, cette erreur-ci n'excède pas d'une limite assez restreinte. Or la précision dont il est question étant analogue à celle que comporte la mesure de l'angle de polarisation de la Lune, et cette donnée étant désormais acquise, il s'ensuit que l'ensemble des résultats obtenus fournit un criterium rationnel qui peut être appliqué à l'étude de la constitution pétrographique de notre satellite ([1]).

» Qu'il me soit permis, à ce sujet, de faire remarquer le fait que, parmi les divers types de roches terrestres, seul le vitrophyre offre un angle de polarisation dont la valeur trouve son équivalent dans celui de la substance obscure de la Lune. Le vitrophyre dont il est ici question provient de la chaîne du Rhodope. C'est une roche noire où de gros cristaux de sanidine, de magnétite, de hornblende sont englobés dans une pâte à texture fluidale, non perlitique, s'éteignant complètement entre les nicols croisés.

» Ajoutons enfin que l'apparence de cette roche convient aussi à celle des mers lunaires, bien que d'autres roches parmi les basaltes, les andésites, les diabases pourraient au même titre en donner raison, en partant, comme il est sensé de le faire, de la communauté d'origine de la Terre et de la Lune. Mais, si minime que soit la valeur probante d'une telle analogie, il est évident qu'elle s'accorde avec cette déduction dont la logique découle des données numériques fournies par l'observation, savoir : que de la similitude, ou, plus correctement, de l'identité d'angles de polarisation on est autorisé à conclure à la similitude de nature, et par suite, que la substance obscure de notre satellite est bien un vitrophyre ou une roche acide dont la composition en serait très voisine, ayant fait éruption à travers le sol primordial de l'astre.

» Dans la liste suivante, P désigne l'angle de polarisation compté de la surface, ε l'erreur probable sur la moyenne :

	P.	ε.		P.	ε.
Ophite	30°51′	±4′	Leptynite	32°14′	±5′
Amphibolite	31.0	5	Granulite	32.16	5
Syénite	31.34	3	Trachyte	32.16	4
Basalte	31.43	3	Granite	32.20	5
Basanite	31.58	3	Porphyre pyroxénique	32.22	4
Serpentine	32.10	2	Microgranulite	32.24	5

([1]) Et probablement aussi de Vénus, à moins que l'angle de polarisation de la planète ne soit supérieur à 46°, ce qui n'est nullement vraisemblable.

	P.	ε.		P.	ε.
Diorite	32°40′	±3′	Kersantite	33°6′	±4′
Diabase	32.47	4	Vitrophyre	33,18	2
Andésite	32.50	4	Hyalomélane	33,39	2
Porphyre à quartz globulaire	32.52	5	Obsidienne	33,46	2
			Glace	37.20	5

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 juillet 1890.

Cours d'Analyse infinitésimale; par J. Boussinesq. Tome II : *Calcul intégral.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; 2 vol. in-8°.

Comptes rendus des séances de la première Conférence générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en 1889. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; br. in-4°.

Discours prononcés aux funérailles de M. Edmond Hébert; br. in-8°.

Action curative des eaux d'Évian dans les perversions nutritives des arthritiques; par le Dr F. Chiais. Montpellier, Camille Coulet. Paris, G. Masson, 1890; br. in-4°. (Présenté par M. Verneuil et renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, de l'année 1891.)

Rapport lu à la séance générale (11 *juin* 1889) *du Conseil du Bureau central météorologique de France; par* M. Daubrée; br. in-4°.

Sur les climats dans les temps géologiques et sur la période glaciaire; par M. Henri Lasne; br. in-8°.

Sur la composition des phosphates des environs de Mons; par M. Henri Lasne; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JUILLET 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *La locomotion aquatique étudiée par la Photochronographie.* Note de M. **Marey**.

« J'ai eu l'honneur de présenter l'an dernier à l'Académie des séries d'images photographiques obtenues sur des bandes de pellicule sensible. Cette nouvelle méthode avait pour but de remplacer la Photochronographie ordinaire dans les cas où elle n'est pas applicable; ces cas sont de deux sortes bien distinctes.

» D'une part, on ne peut obtenir sur une plaque immobile des images successives que si l'objet à photographier est placé devant un fond obscur; cela exclut presque entièrement la possibilité d'étudier les Mammi-

fères, les Oiseaux, les Poissons, les Insectes, etc. dans leur habitat naturel et dans les conditions normales de leurs mouvements.

» D'autre part, dans les cas où un animal peut être placé devant un champ obscur et dans des conditions favorables d'éclairement, il faut encore que cet animal ne soit pas de trop grande taille et qu'il se déplace avec assez de vitesse pour que les images qu'on en prend sur la plaque sensible ne se superposent pas les unes aux autres, ce qui amènerait de la confusion.

» Au contraire, sur la bande sans fin qui défile au foyer de l'objectif, je puis recueillir 10, 15, 20 images par seconde d'un objet qui se détache sur un fond quelconque : ainsi une mouche qui court sur une vitre et s'enlève en silhouette sur le ciel lumineux donne des épreuves très nettes, à la condition que le temps de pose soit court, $\frac{1}{2000}$ de seconde environ, et que la pellicule soit parfaitement immobilisée au moment où se fait la pose. Je présenterai prochainement l'appareil qui répond à ces diverses indications.

» L'étude de la locomotion des Poissons et des divers animaux marins qui nagent dans un aquarium est une des plus intéressantes qu'on puisse faire au moyen de photographies successives. Tantôt il s'agit de déterminer la nature des mouvements d'une nageoire qui vibre ou ondule avec une rapidité que l'œil ne peut suivre; tantôt c'est la contraction ou le relâchement d'une poche qui chasse du liquide et propulse l'animal. D'autres fois, ce sont des mouvements de pattes qu'il faut suivre, ceux de tentacules ou de bras hérissés de cirres, etc. Dans tous les cas, il est d'un grand intérêt de comparer les mouvements des organes propulseurs aux réactions que ces mouvements impriment au corps de l'animal.

» J'ai fait cet hiver quelques essais avec une installation assez rudimentaire, mais qu'il sera facile d'améliorer. Grâce à l'obligeance de M. Dohrn, le savant directeur de la station zoologique de Naples, j'ai pu opérer sur diverses espèces animales qu'il est assez difficile de se procurer pendant la saison froide.

» I. *Mouvements de la Méduse.* — Les resserrements et dilatations successifs de l'ombrelle de la Méduse constituent, comme on sait, son mode de propulsion. Ces mouvements sont lents; l'œil peut les suivre sans peine, du moins dans leurs caractères généraux qui rappellent ceux de la systole et de la diastole du cœur. Avec dix images par seconde, j'ai obtenu la série que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie.

» Le fond de l'aquarium était obscur ; l'animal, vivement éclairé, se détachait en clair; l'apparence opaline de ses contours est assez bien rendue

dans la photographie. Des numéros d'ordre indiquent les dix phases successives qui forment le cycle du mouvement de l'ombrelle.

» Ces images, comme toutes celles qui correspondent à des mouvements périodiques, gagnent beaucoup à être vues dans le zootrope, où elles reproduisent avec une perfection absolue l'apparence des mouvements de l'animal.

» II. *Natation de la Raie.* — Les deux nageoires latérales de la Raie présentent des mouvements ondulatoires fort curieux, que je me propose d'étudier au point de vue cinématique, à la façon des mouvements de l'Anguille, auxquels ils ressemblent beaucoup. Chez la Raie, l'ondulation des nageoires latérales est produite par les élévations et les abaissements successifs des nervures contenues dans ces nageoires et dont chacune est actionnée par des muscles indépendants. La différence de phase des oscillations de ces nervures successives donne naissance à l'ondulation et en détermine le sens. Des ondulations de même genre se produisent chez des êtres dont l'organisation est moins compliquée : chez des mollusques tels que le Calmar et l'Aplysie.

» Chez tous ces animaux, le sens dans lequel se transporte l'ondulation dans la nageoire détermine celui de la natation, de sorte que si l'onde chemine d'avant en arrière, l'animal progresse d'arrière en avant.

» Or, l'animal change à sa volonté le sens de la marche de l'onde : quand un Calmar nage dans un aquarium et qu'il en a parcouru toute la longueur, la tête tournée en avant, on le voit, sans se retourner, repartir en sens inverse. Ainsi, chacune des extrémités opposées du corps joue tour à tour le rôle de proue et de poupe [1]. Ces deux effets opposés tiennent à la différence dans l'ordre de succession des mouvements élémentaires qui forment l'ondulation des nageoires.

» III. L'*Hippocampe* agite sa nageoire dorsale d'un mouvement tellement rapide que cet organe devient presque invisible et n'offre que l'apparence vague et nébuleuse de la branche d'un diapason qui vibre.

» Avec vingt images par seconde, on voit que ce mouvement est ondulatoire et l'on assiste à la flexion successive des rayons inférieurs, moyens, puis supérieurs de la nageoire, de sorte que, dans le cas présent, l'ondulation se faisait de bas en haut. En prenant un plus grand nombre d'images et en se plaçant beaucoup plus près, on devra saisir complètement la nature de ces mouvements.

---

[1] Cette progression par l'action des nageoires est indépendante de celle qui s'obtient par l'action du siphon.

» IV. La *Comatule*. — Habituellement fixée au fond de l'aquarium, comme un végétal tient au sol par l'implantation de ses racines, la Comatule n'exécute que de vagues mouvements de ses bras, qu'elle enroule et déroule en tenant ses cirres écartées. Mais, si l'on touche l'animal au moyen d'une baguette, on le voit, au bout de quelques instants, s'agiter d'un mouvement étrange qui le transporte à une distance assez grande, où il va se fixer de nouveau, loin des contacts importuns. Dans ce genre de locomotion, les dix bras se meuvent d'une façon alternative : cinq d'entre eux s'élèvent en se tenant serrés contre le calice, tandis que les cinq autres s'abaissent en s'en éloignant. En outre, sur les bras qui s'élèvent les cirres sont invisibles, car elles leur sont accolées; tandis que sur les bras qui s'abaissent elles s'écartent en divergeant, de manière à trouver sur l'eau un point d'appui efficace. Ces mouvements des cirres semblent passifs, comme ceux d'une soupape qui obéit à la poussée d'un liquide.

» V. Le *Poulpe*, par le jet de son siphon, imprime à tout son corps une projection pendant laquelle les bras se serrent les uns contre les autres. Dans les images que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, la réaction du jet liquide lancé par le Poulpe projetait le corps de l'animal à près de 10^{cm} au-dessus du niveau de l'aquarium.

» Ces quelques exemples suffisent pour montrer que la locomotion aquatique présente des types très variés que la Photochronographie permettra d'étudier d'une manière très précise. Enfin, tout porte à croire que la connaissance des mécanismes si variés que la nature emploie pour la locomotion aquatique inspirera ceux qui cherchent à perfectionner les propulseurs employés dans la navigation. »

ASTRONOMIE. — *Observations, orbite et éphéméride de la comète découverte, par M.* Coggia, *à l'observatoire de Marseille, le* 18 *juillet* 1890. Note de M. Stephan.

Dates 1890.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔD.	Nombre de comp.	R app.	Log. fact. parall.	D app.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juillet 18	10.30.38	—0.53,40	— 2.29,1	5:2	8.48.11,00	0,000	45.17.00,0	—0,000	1
19	9.32.18	—1.12,78	—10.19,4	5:5	8.55.56,72	$\bar{1}$,686	45.56.56,4	—0,225	2
20	9.24.27	+0.46,61	+ 3.28,0	5:5	9. 3.40,40	$\bar{1}$,697	46.40.16,6	—0,840	3
21	9.26.53	+0.13,26	— 2.21,9	7:7	9.11.11,27	$\bar{1}$,692	47.25.59,2	—0,841	4
22	9.26. 9	—2.16,93	— 6.37,3	5:5	9.18.25,24	$\bar{1}$,692	48.12.42,2	—0,838	5
23	9.15. 8	+2.51,93	— 4.28,6	5:5	9.25.18,53	$\bar{1}$,702	49. 0.49,7	—0,825	6
25	9.30.29	+3.57,78	+ 8. 8,6	5:5	9.38.30,35	$\bar{1}$,682	50.40.42,5	—0,838	7

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Asc. droite moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Position moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1	8	8.49. 5,73	−0,83	45.19.47,7	−4,6	W_2 8^h n° 1150
2	7,8	8.57.10,29	−0,79	46. 7.20,6	−4,8	Groombridge n° 1507
3	8	9. 2.54,55	−0,71	46.36.53,4	−4,8	W_2 8^h n° 1494
4	8	9.10.58,73	−0,72	47.28.26,0	−4,9	Lalande n°s 18258 et 18261
5	7,8	9.20.42,85	−0,68	48.19.25,2	−5,1	W_2 9^h n° 389
6	8,5	9.22.27,26	−0,66	49. 5.23,3	−5,0	$\frac{1}{2}$(Lal. n° 18598 + W_2 9^h n° 422)
7	7,8	9.34.33,17	−0,60	50.32.38,9	−5,0	W_2 9^h n° 686

» La comète est assez brillante, ronde, d'un diamètre de 2′ environ, avec un peu de condensation centrale.

» Les observations du 18 et du 19 juillet ont été faites par M. Coggia et les suivantes par M. Borrelly. Celle du 18, qui n'est que médiocrement approchée, a été obtenue avec le chercheur parallactique que faisait vibrer un vent nord-ouest assez violent. Les six autres ont été faites avec l'équatorial Eichens, dont l'ouverture est de 0^m, 258.

» Au moyen des observations des 19, 21 et 23 et par la méthode d'Olbers, MM. Lubrano et Maitre, élèves astronomes à l'observatoire de Marseille, ont calculé le système suivant d'éléments approchés de l'orbite de la comète et une éphéméride :

T .... 1890 juillet 8,7621. Temps moyen de Paris.

ω .... 86°. 3′. 4″
☊ .... 14.28.33 } Équinoxe moyen 1890,0
ι 63.14.37

$\log q$ .... $\bar{1}$,88420

Dates 1890. (Temps moyen de Paris.)		α.	δ.	log Δ.
		h m s	° ′ ″	
Août	1,5	10.17.45	+33. 6.1	0,230
»	5,5	10.35.37	+29.35.4	0,244
»	9,5	10.51.10	+26.10.0	0,259
»	13,5	11. 4.52	+22.52.5	0,274

» En calculant, au moyen des éléments ci-dessus, la position de la comète, pour le 25, on obtient :

Observation, calcul { α .... + 0^s,8
δ .... +10″

» D'autre part, M. Fabry, aide astronome, au moyen des cinq observations consécutives du 19 au 23 et en faisant usage de la méthode exposée, par Y. Villarceau, au tome III des *Annales de l'observatoire de Paris*, a calculé cet autre système d'éléments :

T..........	1890 juillet 9,1436. Temps moyen de Paris.	
ω..........	86°50′17″	Équinoxe moyen 1890,0
☊..........	14.49. 2	Équinoxe moyen 1890,0
i..........	63. 2.33	Équinoxe moyen 1890,0
$\log q$........	$\bar{1}$,88673	

d'où il a déduit l'éphéméride ci-après :

Dates 1890. (Temps moyen de Paris.)		α.	δ.	log Δ.	Éclat (¹).
		h m s	° ′		
Juillet......	30,5	10. 7.51	+34.52	0,224	0,72
Août.......	3,5	10.27. 8	+31.19	0,237	0,63
»	7,5	10.43.50	+27.50	0,252	0,54
»	11,5	10.58.27	+24.27	0,266	0,46
»	15,5	11.11.25	+21.13	0,280	0,39

M. A. **d'Abbadie**, en offrant à l'Académie le premier Tome de ses « Notes sur la géographie de l'Éthiopie », ajoute :

« J'ai publié, en 1873, un Volume renfermant toutes les données pour établir la Carte d'une portion de l'Éthiopie. Il en résulte que l'on peut tirer bon parti des signaux naturels dont on observe les azimuts vrais et les apozénits ou distances zénitales. Ces deux réseaux de triangles, l'un horizontal et l'autre vertical, se contrôlent aisément en Éthiopie, où les différences de hauteurs sont fréquemment grandes et subites. Nos méthodes, expliquées dans la *Géodésie d'Éthiopie*, et bien différentes des procédés usités par la plupart des explorateurs, ont été employées par M. de Serpa Pinto dans l'Afrique australe et, en dernier lieu, par M. Jules Borelli, qui a parcouru, au sud-ouest de son voyage, une partie de notre réseau.

» Il restait à les étendre aux régions que nous n'avons pas pu visiter. Ici les procédés ont dû être modifiés. Pour les distances, il a fallu presque

(¹) On a pris pour unité d'éclat celui du 19 juillet, lendemain de la découverte.

toujours se contenter de prendre pour unité la journée de route, désignation forcément vague selon la nature du terrain et les obstacles suscités par les usages, les préjugés locaux, mais principalement par les guerres intestines si fréquentes en des contrées peu civilisées. Les directions étaient indiquées par le cours du Soleil, et, plus rarement, par le précepte musulman de s'orienter vers la Mecque pour la prière quotidienne. Par malheur pour le géographe, la foi de l'Islam, bien qu'elle se propage lentement en Éthiopie, y est généralement à l'état naissant. On est surtout musulman de nom, et la prière normale est rarement pratiquée. A tous ces inconvénients, il s'en joint un autre plus grave. En Afrique, comme en Europe, les gens intelligents sont sédentaires et préfèrent s'adonner à l'instruction ou au gouvernement de leurs sociétés. Ils communiquent rarement leurs notions sur les pays de leurs voisins; car la crainte innée, d'une protection d'abord, d'une domination ensuite, les rend défiants vis-à-vis de l'étranger. D'autre part, les relateurs ordinaires, employés faute de mieux, peuvent être comparés à nos marchands colporteurs ou même à nos simples rouliers, occupés surtout de leurs petits gains, et rarement aptes à exprimer ces idées d'ensemble si chères aux géographes.

» Le concours identique des témoignages est le seul contrôle possible à ces renseignements oraux. Il en résulte que notre Volume contient une foule de redites. Malgré les difficultés de la tâche, il révèle beaucoup d'indications sur des contrées entièrement inconnues avant notre exploration. Aux renseignements des indigènes, nous en avons ajouté quelques-uns dus à des voyageurs européens, ainsi que la relation du voyage de Fernandez, effectué il y a plus de deux siècles, et mal connu par l'abrégé de Tellez. Heureusement, l'Europe s'est éveillée enfin sur l'intérieur de l'Afrique : les explorateurs sérieux s'élancent de tous côtés pour dévoiler ses mystères, et l'on peut espérer que les traits géographiques de Kaffa et de son pourtour seront prochainement élucidés. »

M. P. de Tchihatchef, Correspondant de l'Académie, adresse, par l'entremise de M. Daubrée, un Volume intitulé : « Études de Géographie et d'Histoire naturelle ».

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse annulaire de Soleil du 17 juin 1890.* Note de M. A. DE LA BAUME PLUVINEL.

« L'éclipse de Soleil du 17 juin dernier était annulaire pour certains points de la Méditerranée, et notamment pour l'île de Crète. Cette île se trouvait dans des conditions particulièrement favorables à l'observation du phénomène; car le Soleil y atteignait une hauteur de 77° au moment de la phase annulaire, et de plus on était à peu près certain d'y trouver, au mois de juin, un ciel d'une pureté remarquable. Dans ces conditions, l'observation de l'éclipse pouvait être intéressante et offrait, en particulier, une excellente occasion d'analyser, par le spectroscope, la lumière des bords du Soleil. Aussi M. Janssen me conseilla-t-il vivement de me rendre en Crète et, avec sa bienveillance habituelle, il me confia les instruments qui m'étaient nécessaires.

» J'avais d'abord choisi, comme point d'observation, la ville de Candie, située presque exactement sur la ligne de l'éclipse centrale et où la durée de la phase annulaire devait être de quatre minutes. Mais, à cause d'un changement dans l'itinéraire des bateaux, le temps m'a manqué pour arriver jusqu'à Candie et j'ai dû m'arrêter à la Canée. L'éclipse n'était plus tout à fait centrale dans cette station et la durée de la phase annulaire était réduite à trois minutes; mais, par contre, je trouvais à la Canée des facilités d'installation qui ont beaucoup contribué au succès de mes expériences. Notre consul, M. Blanc, a bien voulu me donner l'hospitalité et mettre à ma disposition le jardin du consulat pour y établir mes appareils. De plus, un de nos compatriotes, M. Lyghonnes, me prêta son précieux concours pendant toute la durée de mon séjour dans l'île.

» L'objet principal de mes expériences était de profiter du moment où le Soleil serait réduit à un anneau étroit, pour obtenir un spectre aussi pur que possible des rayons émis par l'extrême bord du disque solaire.

» La photographie du spectre, obtenue dans ces conditions, devait être particulièrement intéressante; car les rayons analysés auraient traversé une épaisse couche de l'atmosphère solaire et, par suite, auraient pu subir une absorption que le spectroscope pourrait révéler. En particulier, si l'atmosphère solaire contient de l'oxygène dans les mêmes conditions que

notre propre atmosphère, les rayons provenant des bords du Soleil devraient donner un spectre où l'on rencontrerait les bandes d'absorption caractéristiques de l'oxygène, et notamment la bande voisine de la raie D. Or il résulte de mes photographies que le spectre de l'extrême bord du Soleil est identique au spectre du centre, et M. Janssen, qui a bien voulu examiner mes clichés, n'a pu y découvrir aucune trace des bandes d'absorption de l'oxygène. Il semble donc que, si l'oxygène existe dans l'atmosphère solaire, il ne s'y trouve pas dans les conditions requises pour produire ces phénomènes d'absorption auxquels donne lieu notre atmosphère et que nous pouvons reproduire dans nos expériences de laboratoire.

» Le spectroscope que j'ai employé était spécialement disposé pour l'étude des bandes d'absorption de l'oxygène, et, à cet effet, il n'était muni que d'un prisme et donnait un spectre peu étendu. Un héliostat renvoyait les rayons solaires horizontalement sur une lentille de $2^m,60$ de foyer, et l'image formée par cette lentille se projetait sur la fente du spectroscope. L'appareil avait été disposé de manière que, au moment du premier contact intime, le point de contact se trouvât sur la fente du spectroscope. En imprimant à l'appareil un léger mouvement vertical, je déplaçais le mince filet de lumière qui s'était formé au point de contact, de manière à obtenir un spectre d'une certaine hauteur. La première plaque a été exposée pendant dix secondes à partir du contact, et la deuxième plaque pendant les vingt secondes suivantes. Je pense donc avoir opéré sur un filet de lumière qui n'a pas dépassé $5''$ de largeur dans le premier cas et $10''$ dans le second.

» Outre l'appareil spectroscopique, j'avais emporté une excellente lunette photographique de Steinheil, destinée à obtenir des images du Soleil pendant la phase annulaire. L'objectif de cette lunette avait 108^{mm} d'ouverture et $2^m,50$ de foyer; l'image donnée par cet objectif était agrandie par un oculaire, de manière à atteindre 105^{mm} de diamètre environ. Les photographies ont été obtenues par le procédé de Daguerre, sur des plaques de cuivre argenté. Si les images se prêtent à des mesures précises, elles pourront donner une valeur du rapport du diamètre du Soleil au diamètre de la Lune. Il est à remarquer que la mesure des photographies donnera, pour le diamètre de la Lune, une valeur plutôt trop faible, à cause du phénomène de l'irradiation, tandis que les observations oculaires, faites au moment de la pleine Lune, tendent, pour la même raison, à donner un diamètre trop fort.

» J'ajoute enfin que l'éclipse a été observée dans des conditions atmosphériques particulièrement favorables. La pureté de l'air était telle, que

l'on a pu voir des étoiles au moment de la phase annulaire, et la diminution de la lumière a été accompagnée d'un abaissement de température de 6°C. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Groneman** adresse, de Arnham (Hollande), divers documents relatifs à un mode de traitement du choléra par la créoline. Les résultats de ce traitement ont été publiés, en particulier dans le *Journal médical des Indes néerlandaises*.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. N. **Douckich** adresse, de Tomsk (Sibérie occidentale), un Mémoire écrit en langue russe sur le rôle du magnétisme dans le système du monde.

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* Charlois, *faites à l'équatorial coudé et au télescope Foucault de l'observatoire d'Alger;* par MM. **Rambaud** et **Sy**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1890.		Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Planète — ★. Ascension droite.	Planète — ★. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.	Observateur.
				m s	′ ″		
Juillet 17..	*a*	$\frac{\text{Schjellerup n° 8682} + W_1 \text{ n° } 456}{2}$	9	+0.10,43	+5.5,1	21:24	R
» 17..	*a*	»	»	+0. 8,16	+4.26,3	14:10	S
» 18..	*a*	»	»	−0.19,56	−0.48,4	10:10	R
» 18..	*a*	»	»	−0.20,06	−0.57,4	10:10	S
» 22..	*b*	W_1 n° 399 XXI^h	9	−0. 2,69	+7.23,0	10:10	R
» 22..	*b*	»	»	−0. 3,80	+7.17,5	10:10	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1890.	★.	Ascension droite moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juillet 17.....	*a*	21.21.54,17	+1,98	−13.54.36,6	+8,4	Schjellerup, Weisse_1.
» 18.....	*a*	»	+2,00	»	+8,5	»
» 22.....	*b*	21.19.32,99	+2,09	−14.25.45,5	+8,8	Weisse_1.

Positions apparentes de la planète.

Dates 1890.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juillet 17..........	10.33. 4	21.22. 6,58	$\bar{1},549_n$	—13.49.23,1	0,799
» 17..........	12.28.30	21.22. 4,31	$\bar{1},161_n$	—13.50. 1,9	0,804* (1)
» 18..........	11.47.42	21.21.36,61	$\bar{1},342_n$	—13.55.16,5	0,823*
» 18..........	12. 2.31	21.21.36,11	$\bar{1},281_n$	—13.55.25,5	0,826*
» 22..........	11.20.44	21.19.32,39	$\bar{1},375_n$	—14.18.13,7	0,823
» 22..........	11.59.30	21.19.31,28	$\bar{1},209_n$	—14.18.19,2	0,831

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Coggia* (18 *juillet* 1890), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par MM. **Picart** et **Courty**. Note transmise par M. G. Rayet et présentée par M. Mouchez.

Comète Coggia.

Dates. 1890.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Juillet 21 ...	9.33.26,6	9.11.20,83	$\bar{1},672$	47.26.57,4	—0,849	*a*	L. Picart.
» 26....	9.43.49,6	9.44.51,86	$\bar{1},630$	51.33.19,0	—0,854	*b*	Courty.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1890,0.

	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
	h m s	s	° ′ ″	″
Étoile *a* Bonn t. VI +42° n° 2001........	9.15.43,63	—0,72	47.19.42,0	—5,20
» *b* Weisse$_2$ H. IX n° 916...........	9.45.41,84	—0,56	51.34. 3,7	—5,23

» La comète est assez difficile à observer dans la grande clarté du nord-ouest du ciel. »

---

(1) Les observations marquées d'un astérisque ont été faites à l'équatorial coudé.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Coggia (18 juillet 1890, Marseille), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est)*; par M[lle] **D. Klumpke**. Présentées par M. Mouchez.

Dates 1890.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	☄ — ★. Asc. droite.	☄ — ★. Déclinaison.	Nombre de compar.
21 juillet	*a*	9.10	+0.25,95 (m s)	+1.14,1 (′ ″)	12:8
22 »	*b*	7.8	−1.55,68	+4.15,3	6:4
23 »	*c*	8.9	+3.14,42	+1.54,7	12:8
24 »	*d*	9	+0.54,07	+4.45,3	12:8

Positions des étoiles de comparaison.

	Étoiles.	Asc. droite moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a	BD 42° + 1990 = 18258 Lal.	9.10.58,70 (h m s)	−0,72 (s)	42°.31′.32″,4	+4″,9	C. Paris. 2 obs.
b	BD 41° + 1963 = 389 W....	9.20.42,85	−0,68	41.40.34,7	+5,1	Weisse.
c	BD 41° + 1968 = 422 W....	9.22.27,32	−0,66	40.54.36,9	+5,1	Id.
d	BD 40° + 2231 = 611 W....	9.31.22,34	−0,62	40. 3. 4,8	+5,1	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1890.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
21 juillet	9.55.46 (h m s)	9.11.23,93 (h m s)	$\bar{1}$,602	42°.32′.51″,4	0,881
22 »	10.26.26	9.18.46,49	$\bar{1}$,551	41.44.55,1	0,897
23 »	10.21.38	9.25.41,08	$\bar{1}$,576	40.56.36,7	0,892
24 »	10. 0.40	9.32.15,79	$\bar{1}$,596	40. 7.55,2	0,878

» *Remarques*. — 21 juillet, comète très brillante, nébulosité ronde avec un noyau de condensation de grandeur 10[e]-11[e]. Elle se distingue facilement dans le chercheur (10[cm] d'ouverture).

» 22 juillet, observation très difficile à cause de la faible hauteur de l'astre. Le noyau de la comète se voit à peine. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle méthode d'exposition de la théorie des fonctions thêta, et sur un théorème élémentaire relatif aux fonctions hyperelliptiques de première espèce.* Note de M. F. **Caspary**, présentée par M. Hermite.

« Depuis la publication du célèbre Mémoire de Jacobi *Sur la rotation d'un corps,* plusieurs géomètres ont appliqué les fonctions thêta d'un seul et de deux arguments à la résolution des problèmes de Mécanique.

» Leurs recherches ont prouvé que l'on peut représenter, au moyen desdites fonctions thêta, les quinze quantités qui déterminent le mouvement d'un corps solide, savoir les neuf cosinus des angles formés par les axes fixes et mobiles, et les six composantes de la vitesse de rotation par rapport à ces axes.

» En poursuivant les recherches de M. Hermite dans son Ouvrage *Sur quelques applications des fonctions elliptiques,* j'ai trouvé que les résultats que je viens de rappeler, appartenant à la Mécanique, se présentent comme conséquences de propositions d'Analyse très générales. Au moyen des découvertes dues à M. Hermite et en profitant des transformations du second degré, j'ai été conduit à ce résultat : *On peut former, au moyen des fonctions thêta d'un nombre quelconque d'arguments, des expressions qui sont précisément égales aux neuf coefficients* $a_{mn}(m, n = 1, 2, 3)$ *d'un système orthogonal dont le déterminant est l'unité positive, et aux six quantités différentielles*

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} p_h = -(a_{1k}\,da_{1l} + a_{2k}\,da_{2l} + a_{3k}\,da_{3l}) \\ v_h = a_{k1}\,da_{l1} + a_{k2}\,da_{l2} + a_{k3}\,da_{l3} \end{array}\right. \quad \left(\begin{array}{l} h \neq k \neq l \\ h, k, l = 1, 2, 3 \\ = 2, 3, 1 \\ = 3, 1, 2 \end{array}\right),$$

où les arguments qui entrent dans les expressions formées par les fonctions thêta restent quelconques.

» Ce théorème s'applique à la théorie des fonctions thêta au moyen des identités qui ont lieu entre les quantités a_{mn}, da_{mn}, p_h, v_h et, par conséquent, aussi entre les quantités $d^{r+1}a_{mn}$, $d^r p_h$, $d^r v_h (r = 1, 2, \ldots)$. Ces identités, algébriques et différentielles, existent en très grand nombre et appartiennent à la Cinématique. On en doit les plus fondamentales à Euler, à

Lagrange, à M. Hermite et à M. Darboux; cet illustre géomètre a déduit d'un système très important, dont il a fait la découverte, des conséquences de la plus haute valeur, relatives à la courbure des surfaces et des courbes gauches.

» Dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans le journal de M. C. Jordan, j'ai établi, en complétant mes recherches antérieures, les expressions des quantités a_{mn}, p_h, v_h au moyen des fonctions thêta de Jacobi, des fonctions sigma de M. Weierstrass et des fonctions elliptiques, et j'y ai développé la théorie de ces transcendantes par la méthode que je viens d'exposer.

» En me réservant de donner, d'une façon analogue, la théorie des fonctions thêta de plusieurs arguments, je demande à l'Académie la permission de communiquer le théorème élémentaire qui forme la base de la théorie des fonctions hyperelliptiques de première espèce.

» D'après la notation de M. Weierstrass, les seize fonctions thêta de deux arguments sont désignées par

$$\vartheta_5(u_1, u_2),\quad \vartheta_\alpha(u_1, u_2),\quad \vartheta_{\alpha\beta}(u_1, u_2) = \vartheta_{\beta\alpha}(u_1, u_2)\qquad (\alpha, \beta = 0, 1, 2, 3, 4),$$

et l'on sait, d'après les célèbres recherches de cet illustre géomètre, que les quinze quotients $\vartheta_\alpha(u_1, u_2) : \vartheta_5(u_1, u_2)$ et $\vartheta_{\alpha\beta}(u_1, u_2) : \vartheta_5(u_1, u_2)$ sont proportionnels aux fonctions hyperelliptiques de première espèce, définies par les expressions

$$P_\mu = \sqrt{(s_1 - a_\mu)(s_2 - a_\mu)};\qquad P_{\mu\nu} = \frac{P_\mu P_\nu}{s_1 - s_2}\left[\frac{\sqrt{R(s_1)}}{(s_1 - a_\mu)(s_1 - a_\nu)} - \frac{\sqrt{R(s_2)}}{(s_2 - a_\mu)(s_2 - a_\nu)}\right]$$
$$(\mu, \nu = \alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon;\ \mu \neq \nu),$$

où les indices $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ désignent, dans un ordre quelconque, 0, 1, 2, 3, 4, et où

$$R(s_k) = A_0(s_k - a_0)(s_k - a_1)(s_k - a_2)(s_k - a_3)(s_k - a_4)\qquad (k = 1, 2).$$

» Ceci rappelé, et en posant, pour abréger, $\sqrt{a_\mu - a_\nu} = \sqrt{\mu\nu}$, $\sqrt{-1} = i$, on a

$$(\mathrm{I})\quad \left\{\begin{array}{lll}
a_{11} = \dfrac{e_1}{i\sqrt{\alpha\beta}\sqrt{\alpha\gamma}} P_\alpha, & a_{21} = \dfrac{e' e_1}{\sqrt{\alpha\beta}\sqrt{\gamma\gamma}\sqrt{A_0(\delta\varepsilon)}} P_{\alpha\delta}, & a_{31} = \dfrac{e'' e_1}{i\sqrt{\alpha\beta}\sqrt{\alpha\gamma}\sqrt{A_0(\delta\varepsilon)}} P_{\alpha\varepsilon}, \\
a_{12} = \dfrac{e_2}{i\sqrt{\alpha\beta}\sqrt{\beta\gamma}} P_\beta, & a_{22} = \dfrac{e' e_2}{i\sqrt{\alpha\beta}\sqrt{\alpha\gamma}\sqrt{A_0(\delta\varepsilon)}} P_{\beta\delta}, & a_{32} = \dfrac{-e'' e_2}{i\sqrt{\alpha\beta}\sqrt{\beta\gamma}\sqrt{A_0(\delta\varepsilon)}} P_{\beta\varepsilon}, \\
a_{13} = \dfrac{e_3}{\sqrt{\alpha\gamma}\sqrt{\beta\gamma}} P_\gamma, & a_{23} = \dfrac{e' e_3}{\sqrt{\alpha\gamma}\sqrt{\beta\gamma}\sqrt{A_0(\delta\varepsilon)}} P_{\gamma\delta}, & a_{33} = \dfrac{e'' e_3}{i\sqrt{\alpha\gamma}\sqrt{\beta\gamma}\sqrt{A_0(\delta\varepsilon)}} P_{\gamma\varepsilon},
\end{array}\right.$$

et

$$(\text{II}) \begin{cases} p_1 = \dfrac{-ie_2e_3}{\sqrt{\alpha\beta}\sqrt{\alpha\gamma}} P_{\beta\gamma}(dw_1 - a_\alpha\, dw_2), & v_1 = ie'e'' P_{\delta\varepsilon}\, dw_2, \\ p_2 = \dfrac{-e_3e_1}{\sqrt{\alpha\beta}\sqrt{\beta\gamma}} P_{\alpha\gamma}(dw_1 - a_\beta\, dw_2), & v_2 = \dfrac{ie''A_0}{\sqrt{A_0(\delta\varepsilon)}} P_\varepsilon(dw_1 - a_\delta\, dw_2), \\ p_3 = \dfrac{-ie_1e_2}{\sqrt{\alpha\gamma}\sqrt{\beta\gamma}} P_{\alpha\beta}(dw_1 - a_\gamma\, dw_2), & v_3 = \dfrac{e'A_0}{\sqrt{A_0(\delta\varepsilon)}} P_\delta(dw_1 - a_\varepsilon\, dw_2), \end{cases}$$

dw_1, dw_2 étant définis par les équations différentielles

$$(\text{III}) \qquad dw_1 = \frac{1}{2}\frac{s_1\, ds_1}{\sqrt{R(s_1)}} + \frac{1}{2}\frac{s_2\, ds_2}{\sqrt{R(s_2)}}, \qquad dw_2 = \frac{1}{2}\frac{ds_1}{\sqrt{R(s_1)}} + \frac{1}{2}\frac{ds_2}{\sqrt{R(s_2)}},$$

et e_1, e_2, e_3 ; e', e'' étant des unités positives ou négatives, liées par la relation $e_1 e_2 e_3 e' e'' = +1$.

» Les expressions I et II renferment toutes les quinze fonctions hyperelliptiques de première espèce. Par conséquent, en appelant *éléments d'un système orthogonal* les neuf coefficients $a_{mn}(m, n = 1, 2, 3)$ d'un système orthogonal dont le déterminant est l'unité positive et les six quantités p_k, v_k, définies par les équations II, on a le théorème simple :

» *Les quinze fonctions hyperelliptiques de première espèce sont proportionnelles aux quinze éléments d'un système orthogonal.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblements de terre à Madagascar.* Lettre du R. P. Colin, directeur de l'observatoire de Tananarive, à M. Mouchez.

« Depuis le 1er janvier 1890 jusqu'au mois de juin, cinq tremblements de terre ont été ressentis à Madagascar. Le premier a eu lieu le 16 février à Betafo, village situé au sud-ouest de Tananarive, à 120^{km} environ de la capitale ; vers $7^h 45^m$ du soir, des mouvements ondulatoires du sol se produisaient durant l'espace de huit secondes ; le temps de la plus grande oscillation était de quatre secondes ; la direction de la vague terrestre était d'est à ouest.

» Le 21 du même mois, à $2^h 30^m$ du matin, deux secousses sussultoires peu intenses étaient ressenties dans la capitale. Elles ne duraient que quelques secondes. Par une coïncidence assez surprenante, l'année dernière, 1889, nous éprouvions aussi, le même jour et le même mois, un

tremblement de terre à $5^h 13^m$ du soir ; le mouvement ondulatoire était de sud-sud-est à nord-nord-ouest.

» Le 29 mars, seize jours après une éruption assez considérable du volcan de l'île de la Réunion, un bruit sourd se fait entendre à Tananarive à 1^h du soir ; il précède une légère ondulation du sol ; la direction était d'est à ouest. Le lendemain 30, mouvement sussultoire à 2^h du matin, mais sans aucun bruit souterrain.

» Le 23 mai, à 3^h du matin, Fianarantsoa (ville située à 400^{km} environ au sud de la capitale) ressent un tremblement de terre qui dure à peu près une minute ; point de direction signalée.

» Il est à remarquer que cette dernière ville et Tananarive sont bâties sur un terrain primitif, tandis que Betafo est situé sur un terrain d'origine volcanique.

» Faut-il attribuer à ces mouvements sismiques l'écart parfois considérable en azimut de la lunette méridienne ? Son pilier en briques repose sur un terrain argileux, mêlé de roc granitique ; sa construction, qui date de neuf mois, paraît pourtant assez solide. Or il est nécessaire de rectifier souvent la lunette en azimut et de la remettre sur la mire, qui est l'angle d'une maison située à 15^{km} environ au nord ; l'instrument est toujours poussé vers l'ouest.

» Au mois de février, les pluies et les orages continuels dans la soirée ne permettent que quelques rares observations des étoiles à la lunette méridienne. Le mois suivant, le temps est plus favorable. Du 27 au 28, l'écart en azimut $= - 57^s,95$. Le 31, après le tremblement de terre, l'erreur est $- 1^m 14^s,71$ d'après les mêmes étoiles α Cocher et α du Navire, qui ont servi à constater l'erreur en azimut le 27 et le 28. Enfin, le 1er avril, la lunette reprend sensiblement la position qu'elle occupait le 27 ; l'écart de l'instrument avec le méridien $= - 51^s,04$.

» Le mouvement ondulatoire du sol est, du reste, accusé par le nivellement de l'axe de la lunette méridienne, le 30 mars. Tout l'appareil est tellement penché vers l'ouest, qu'il est nécessaire d'agir sur la vis de réglage du pied. L'erreur de niveau égale alors $- 0^s,304$; durant le mois d'avril, l'instrument conserve assez bien le nivellement fait au mois précédent ; ainsi le 30, à un mois d'intervalle, l'erreur $= - 0^s,230$. Au mois de mai, après le tremblement de terre de Fianarantsoa, l'erreur de niveau est $- 0^s,342$, et l'erreur en azimut $= - 48^s,36$; pourtant, la lunette avait été rectifiée sur la mire. Le 29 mars, la courbe de l'évaporographe indique par sa chute subite, à 1^h du soir, le tremblement de terre que nous avons

ressenti ce jour-là. Le style de l'enregistreur flotte sur un bain de mercure ; or, par l'effet du phénomène, il s'est abaissé de 1^{mm} sur l'ordonnée au moment même de la secousse. La courbe de l'évaporation continue ensuite sa marche ordinaire.

» Lorsque la cave magnétique sera construite, il sera facile de constater, comme à l'observatoire du Parc Saint-Maur, les mouvements ondulatoires du sol, au moyen d'un simple barreau de cuivre suspendu avec son étrier et un miroir sur lequel on dirige un faisceau de rayons lumineux ; les déviations seront enregistrées sur un papier sensibilisé au bromure d'argent. A défaut de sismographe, cet appareil indiquera, sans nul doute, bien des trépidations faibles qui nous échappent et qui, probablement, doivent être fréquentes. En tournant le barreau d'est à ouest, nous connaîtrons aussi la direction des mouvements ondulatoires qui semblent se propager dans ce sens. Enfin, les relations que nous aurons avec l'observatoire de Maurice et la station agronomique de l'île de la Réunion nous permettront de constater si l'origine et la direction de ces tremblements de terre proviennent de ces mêmes parages, ou s'ils sont l'effet de perturbations géologiques locales. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'hydrate type du sulfate d'alumine neutre. Analyse d'un produit naturel.* Note de M. **P. Marguerite-Delacharlonny**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, parue dans les *Comptes rendus*, j'ai montré que l'hydrate type du sulfate d'alumine neutre pouvait être obtenu en cristaux définis et que sa formule devait être écrite

$$Al^2O^3 3SO^3 16HO,$$

au lieu de la formule anciennement admise

$$Al^2O^3 3SO^3 18HO.$$

» Je m'appuyais, à cet effet, sur l'analyse des produits cristallisés que j'avais obtenus.

» L'Exposition universelle de 1889 m'a procuré l'occasion d'une étude

sur des produits naturels remarquablement cristallisés : cette étude confirme mes conclusions ([1]).

» Ces échantillons sont au nombre de deux.

» L'un pèse 229gr; il se présente sous la forme d'une masse fibreuse, d'un blanc mat, avec des taches d'un rouge intense, dues à des traces de peroxyde de fer; les arêtes sont émoussées, comme si le tout avait subi l'action de l'eau. Placée devant la lumière, toute la masse présente une coloration rose, mais dont l'intensité est variable; en un point, la coloration est presque rouge, le peroxyde de fer qui la colore étant très inégalement réparti dans l'intérieur. Par place, adhèrent quelques grains de terre jaune, et la masse emprisonne extérieurement à moitié quelques grains de roche, de la grosseur d'un petit grain de riz. En la cassant, on trouve l'intérieur formé de longs cristaux prismatiques translucides, recouverts d'une croûte amorphe de 1cm à 2cm.

» Le second échantillon pèse 177gr; il est d'un blanc mat également, mais absolument pur, sans aucune trace d'oxyde de fer, ce qui le distingue complètement du premier. Il est formé cependant de même d'une masse fibreuse à arêtes émoussées; en un point, on retrouve en plus grande quantité des traces de terre jaune. La cassure est d'un blanc entièrement pur; les cristaux sont plus volumineux, plus nets et d'une translucidité plus parfaite. Il est recouvert, comme le premier, d'une croûte amorphe de 1mm à 2mm.

» J'ai analysé séparément la partie cristallisée et la partie amorphe.

» La partie cristallisée prise dans l'échantillon absolument pur a donné à l'analyse :

Acide sulfurique	38,19
Alumine	16,40
Eau	45,38
Non dosé et perte	0,03
	100,00

» Il suffit de rapprocher cette analyse de celle de l'hydrate à 16HO, donnée ci-dessous, pour voir que l'identité est aussi complète que possible :

([1]) Ces échantillons se trouvaient dans le pavillon de la Bolivie. Grâce à l'obligeance de M. le Commissaire central, l'exposant a bien voulu s'en dessaisir en ma faveur.

Composition de l'hydrate $Al^2O^3 3SO^3 16HO$.

Acide sulfurique	38,05
Alumine	16,28
Eau	45,67
	100,00

» On constate, une fois de plus, la tendance de cet hydrate à perdre de l'eau; la quantité trouvée est inférieure à celle qu'indique la formule.

» L'analyse de l'échantillon coloré en rouge, en choisissant la partie la moins teintée, conduit aux mêmes conclusions.

» La composition des produits naturels confirme donc les conclusions tirées de l'analyse du produit obtenu par moi au laboratoire, et la formule $Al^2O^3 3SO^3 18HO$ semble décidément ne correspondre à aucun corps distinct réel.

» L'analyse du produit amorphe qui recouvre la masse des échantillons a donné :

Acide sulfurique	36,84
Alumine	15,89
Eau	47,26
	99,99

» C'est donc un produit basique, contenant des sous-sulfates provenant de la décomposition du sulfate neutre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire du camphre en dissolution dans diverses huiles*. Note de M. **P. Chabot**, présentée par M. Berthelot.

« Les nombreux observateurs qui, après Biot, ont abordé l'étude du pouvoir rotatoire des solutions de camphre paraissent avoir négligé l'examen des huiles camphrées qui, de toutes ces solutions, comptent cependant parmi les plus usuelles. Désireux de savoir si ces solutions présentaient des particularités analogues à celles qui ont été relevées dans les autres et espérant, en tout cas, tirer de cette recherche un moyen pratique de dosage, j'ai entrepris leur examen polarimétrique.

» J'ai préparé des solutions à des titres graduellement croissants de camphre pur dans les trois huiles les plus communes, savoir l'huile d'olives, l'huile d'amandes douces et l'huile de graines, prises dans un état

de pureté aussi grand que le commerce peut les fournir (¹), me plaçant ainsi dans les conditions de la pratique pharmaceutique.

» Les rotations produites par ces solutions se sont montrées très sensiblement proportionnelles à leur richesse. Ainsi, si l'on désigne par p la proportion pondérale (en centièmes) du camphre renfermé dans l'huile camphrée, on a, pour la rotation α imprimée par cette dernière au plan de polarisation de la lumière jaune, sous une épaisseur de 20^{cm} :

Dans le cas de l'huile d'olives	$\alpha = 10' + p\,1^{\circ}1'$
» » » d'amandes douces	$\alpha = p$
» » » de graines..............	$\alpha = 36' + p$

» Ces formules m'ont permis de calculer les proportions de camphre contenues dans les solutions saturées des trois huiles examinées. J'ai ainsi trouvé :

Nature de l'huile.	Richesse en camphre à 19°.
Huile d'olives camphrée à saturation...	26,983 pour 100
» d'amandes....................	28,53 »
» de graines....................	28,80 »

» En tenant compte de la légère rotation due à l'huile, j'ai calculé, à l'aide d'une formule connue (²), le pouvoir rotatoire moléculaire $[\alpha]_D$ du camphre dans chacune des huiles et à divers états de dilution. J'ai trouvé, pour valeurs extrêmes de $[\alpha]_D$,

» Dans le cas de l'huile d'olives :

Dissolution à 3 pour 100.......	$[\alpha]_D = 55^{\circ}42'$
Dissolution à 20 pour 100.......	$[\alpha]_D = 55^{\circ}12'$

» Dans le cas de l'huile d'amandes douces :

Dissolution à 3 pour 100.......	$[\alpha]_D = 56^{\circ}47'$
Dissolution à 20 pour 100.......	$[\alpha]_D = 54^{\circ}19'$

(¹) Densités de ces huiles à 19° :

Huiles d'olives...............	0,9125
» d'amandes douces......	0,9173
» de graines............	0,9233

(²) VERDET, *Optique physique*, t. II, p. 268.

» Dans le cas de l'huile de graines :

Dissolution à 3 pour 100....... $[\alpha]_D = 54^\circ 24'$
Dissolution à 20 pour 100....... $[\alpha]_D = 54^\circ 7'$

» On voit par là que le pouvoir rotatoire moléculaire du camphre varie très peu, avec la dilution, dans les huiles camphrées; et que, contrairement à ce que l'on avait observé dans les autres solutions de cette substance, ce pouvoir rotatoire, conformément à la règle générale, augmente à mesure que la dilution devient plus grande. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les malonates de lithine*. Note de M. G. **Massol**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Chaleur de neutralisation :*

	Cal
$C^6H^4O^8$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + LiO,HO ($1^{éq} = 2^{lit}$).............	+12,66
$C^6H^3LiO^8$ ($1^{éq} = 6^{lit}$) + LiO,HO ($1^{éq} = 2^{lit}$)...........	+12,87
$C^6H^4H^8$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + 2LiO,HO ($1^{éq} = 2^{lit}$)............	+25,53

» II. *Malonate acide de lithine :*

» Le mélange de 1 équivalent d'acide malonique avec 1 équivalent d'hydrate de lithine dissous dans l'eau fournit par évaporation des croûtes cristallines incolores, qui, essorées sur des plaques de porcelaine poreuse, donnent à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^2O^8Li^2$.
Acidité (évaluée en acide malonique)......	47,04	47,27
Lithine (dosée à l'état de sulfate)..........	14,08	13,63

» Le sel est donc anhydre.

» Il se dissout parfaitement dans l'eau, sa chaleur de dissolution (1 équiv. dans 6^{lit}) est de $-1^{Cal},43$.

» J'ai calculé la chaleur de formation à partir de la base hydratée solide et de l'acide solide

$$C^6H^4O^8 \text{ sol.} + LiOHO \text{ sol.} = C^6H^3O^8Li \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ sol}... \quad +17^{Cal},63.$$

» III. *Malonate neutre de lithine :* $C^6H^2O^8Li^2$.

» Ce sel se présente sous l'aspect de masses blanches, cristallines, dures et cassantes, que l'on a séparées de l'eau mère sirupeuse et essoré sur des plaques de porcelaine poreuse.

» L'analyse a donné 25,89 pour 100 de lithine, ce qui correspond au sel anhydre (25,86).

» La chaleur de dissolution dans l'eau (pur = 116^{gr} dans 8^{lit}) est de + 3^{Cal},54 (moyenne obtenue avec différents échantillons).

» La chaleur de formation est la suivante :

$$C^6H^4O^8 \text{ sol.} + 2\,LiOHO \text{ sol.} = C^6H^2O^8Li^2 \text{ sol.} + 2\,H^2O^2 \text{ sol.} + 33^{Cal},56.$$

» IV. Il est intéressant de rapprocher ces chaleurs de formation de celles que j'ai déjà publiées pour les malonates de potasse de soude et d'ammoniaque :

	Potasse.	Soude.	Ammoniaque.	Lithine.
Sel acide...........	+ 27^{Cal},87	+ 25^{Cal},86	+ 22^{Cal},78	+ 17^{Cal},63
Sel neutre..........	+ 48^{Cal},56	+ 41^{Cal},50	+ 41^{Cal},00	+ 33^{Cal},56

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le malonate d'argent.* Note de M. G. **Massol.**

« Le malonate d'argent $C^6H^2O^8Ag^2$ s'obtient par double décomposition entre le malonate de potasse et le nitrate d'argent. C'est une poudre blanche, légèrement jaunâtre, cristalline, formée de fines aiguilles microscopiques, groupées en étoiles qui s'altèrent à la lumière et noircissent.

» Ce sel est anhydre. Un échantillon séché à l'air libre, à l'obscurité, a donné à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour le sel anhydre.
Argent.............	67,11	67,92

» Chauffé, il noircit légèrement, puis s'enflamme et brûle avec une vive déflagration, en laissant un résidu d'argent métallique.

» Le malonate d'argent est un peu soluble dans l'eau; 1 équivalent se dissout dans 559^{lit} d'eau distillée, à la température de 20°, en absorbant — 9^{Cal},8.

» La formation du malonate d'argent par double décomposition s'accompagne d'un dégagement de chaleur :

$$2\,AzO^5, AgO \text{ diss.} + C^6H^2O^8K^2 \text{ diss.} = C^6K^2O^8Ag^2 \text{ préc.} + 2\,AzO^5KO \text{ diss.} \quad + 9^{Cal},83$$

en tenant compte d'une légère correction (+ 0^{Cal},28) due à la petite quantité de malonate d'argent qui reste en dissolution.

» Connaissant les chaleurs de combinaison de l'acide nitrique avec la potasse, ainsi que la chaleur de formation du nitrate d'argent, j'ai pu cal-

culer la chaleur de formation du malonate d'argent à partir de l'acide dissous et de l'oxyde précipité :

$C^6H^4O^8$ diss. + $2AgO$ précip. = $C^6H^2O^8Ag^2$ précip. + H^2O^2 dissous..... $+18^{Cal},84$

» La chaleur de formation de l'oxalate d'argent préparé dans les mêmes conditions est de $+25^{Cal},8$. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la dispersion dans les composés organiques (acides gras)*. Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Roux**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de nos recherches sur la dispersion des acides gras. Nous avons étudié à ce point de vue les acides normaux homologues, depuis l'acide formique jusqu'à l'acide pélargonique ; nous y joindrons deux acides non normaux, l'acide isobutyrique et l'acide isovalérique.

I. — *Acides normaux.*

Acides.	t^o.	n_b.	n_r.	$n_b - n_r$	B.	$\frac{B}{d}$.	$\frac{B}{d}$ M.	Différences.
Acide formique	22°,5	1,3780	1,3676	0,0104	0,4187	0,3445	15,8	
» acétique	23,8	1,3776	1,3680	0,0096	0,3865	0,3706	22,3	6,5
» propionique	17,3	1,3931	1,3832	0,0099	0,3986	0,4025	29,8	7,5
» butyrique	17,2	1,4051	1,3949	0,0102	0,4107	0,4314	38,0	8,2
» valérique	22,4	1,4171	1,4067	0,0104	0,4187	0,4473	45,6	7,6
» caproïque	22,7	1,4231	1,4125	0,0106	0,4268	0,4602	53,4	7,8
» œnanthylique ...	21,5	1,4296	1,4188	0,0108	0,4348	0,4754	61,9	7,5
» caprylique	21,6	1,4358	1,4249	0,0109	0,4388	0,4849	69,8	7,9
» pélargonique	21,1	1,4403	1,4293	0,0110	0,4429	0,4910	77,6	7,8

II. — *Acides non normaux.*

Acides.	t^o.	n_b.	n_r.	$n_b - n_r$.	B.	$\frac{B}{d}$.	$\frac{B}{d}$ M.	Différences.
Acide isobutyrique	23°,7	1,3987	1,3888	0,0099	0,3986	0,4228	37,2	
» isovalérique	21,6	1,4097	1,3995	0,0102	0,4107	0,4411	45,0	7,8

» Les nombres qui précèdent permettent de formuler les remarques suivantes :

» 1° Les pouvoirs dispersifs des acides gras normaux croissent avec la complication moléculaire. L'acide formique présente seul une irrégularité

qui disparaît quand on considère, au lieu des pouvoirs dispersifs B, les pouvoirs dispersifs spécifiques $\frac{B}{d}$.

» 2° Les pouvoirs dispersifs spécifiques des composés isomériques sont à peu près les mêmes, ceux des acides non normaux étant toutefois légèrement inférieurs à ceux des acides normaux.

» 3° Les différences entre les valeurs successives des pouvoirs dispersifs spécifiques moléculaires $\frac{B}{d}$ M sont sensiblement constantes et égales à 7,8 environ, ce qui permet de représenter la variation du pouvoir dispersif spécifique en fonction du poids moléculaire par une relation de la forme

$$\left(\frac{B}{d} - b\right) M = a,$$

dans laquelle on a

$$a = -11,515, \qquad b = 0,5625.$$

» *Volumes moléculaires.* — La relation qui lie le pouvoir dispersif au volume moléculaire est de la même forme que celle des alcools ([1]), et l'on a

$$(B - \beta)\left(\frac{M}{d}\right)^{\frac{1}{3}} = K,$$

les coefficients β et K ayant respectivement pour valeurs

$$\beta = +0,6393, \qquad K = -1,08\ (^2).\ »$$

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la présence du furfurol dans les alcools commerciaux.* Note de M. **L. Lindet**, présentée par M. Friedel.

« Parmi les impuretés qui accompagnent l'alcool dans les eaux-de-vie et dans les flegmes industriels, on a signalé à plusieurs reprises le furfurol; mais on ne semble pas s'être préoccupé jusqu'ici de savoir si ce furfurol prenait naissance accidentellement, ou s'il constituait un produit nécessaire de la fermentation alcoolique, figurant, au même titre que la glycérine,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 1071.

([2]) Faculté des Sciences de Lyon, laboratoire de Chimie générale.

l'acide succinique, l'acide acétique et d'autres produits, dans le phénomène général de la décomposition du sucre par la levure.

» Quand, au moyen de la réaction colorimétrique que donne, d'une façon si sensible, l'acétate d'aniline, on recherche le furfurol dans les différents alcools commerciaux (réaction qui permet, en prenant certaines précautions, d'en reconnaître approximativement la quantité), on s'aperçoit que, contrairement à l'assertion des auteurs, un certain nombre seulement de ces alcools en contiennent, tandis que d'autres en sont totalement dépourvus.

» Chaque fois que le produit alcoolique a été distillé à feu nu, chaque fois qu'il a été fabriqué au moyen d'un moût dans lequel les grains ont été mis en présence des acides, on trouve dans ce produit alcoolique une certaine quantité de furfurol. Chaque fois, au contraire, que le moût a été travaillé en dehors de ces conditions, et qu'il a été, après fermentation, distillé à la vapeur, le flegme distillé ne donne avec l'acétate d'aniline aucune réaction colorée, ce qui indique nettement l'absence du furfurol.

» Toutes les liqueurs alcooliques que l'on produit par la distillation directe et à feu nu d'une boisson fermentée contiennent du furfurol. Une eau-de-vie de Cognac, que j'ai examinée, en renfermait, par litre d'alcool pur, $0^{cc},200$; une eau-de-vie de cidre, $0^{cc},030$; des kirschs, de $0^{cc},020$ à $0^{cc},130$; des eaux-de-vie de marcs, de $0^{cc},100$ à $0^{cc},400$. L'origine du furfurol dont ces liqueurs sont souillées doit être attribuée à la torréfaction partielle, dans le fond de l'alambic, des débris végétaux (marcs, pulpes, lies, globules de levure) que les liquides tenaient en suspension.

» Les flegmes industriels qui ont été obtenus par la saccharification des grains au moyen des acides minéraux renferment, d'après les trois échantillons que j'ai traités, de $0^{cc},060$ à $0^{cc},100$ de furfurol par litre d'alcool pur. La production du furfurol ne peut donc, dans ce cas, être le fait de l'action du feu. Ces flegmes ont été, en effet, distillés à la vapeur, et la distillation à la vapeur, comme il a été dit plus haut, fournit des alcools exempts de furfurol. Cette impureté provient de l'action qu'exercent les acides minéraux sur l'enveloppe des grains pendant le travail de la saccharification. Je me suis assuré d'ailleurs, en traitant des grains entiers et des sons de maïs dans les conditions industrielles, à 130°, en présence soit de l'acide sulfurique à 5 pour 100, soit de l'acide chlorhydrique à 10 pour 100, que les moûts, avant la fermentation même, contenaient des quantités de furfurol suffisantes pour en expliquer la présence dans les

produits distillés. De l'amidon pur de maïs, saccharifié dans les mêmes conditions, n'en fournissait que des traces.

» On retrouve encore une faible quantité de furfurol dans les flegmes de grains saccharifiés au moyen de la diastase du malt ($0^{cc},010$ par litre d'alcool). Les moûts n'ont pas été, dans ce cas, traités par les acides minéraux ; mais ils ont été, avant de subir la fermentation alcoolique, abandonnés à la fermentation lactique, et c'est l'acide lactique qui, au cours de la distillation, a réagi sur les enveloppes des grains, avec moins d'énergie mais de la même façon que les acides minéraux. Quand on distille de la bière, c'est-à-dire un moût de grains qui a fermenté en milieu neutre, on obtient un alcool qui ne se colore en aucune façon par l'addition de l'acétate d'aniline.

» Les flegmes de mélasses que j'ai eus entre les mains (quatre échantillons) dosaient de $0^{cc},040$ à $0^{cc},050$ de furfurol pour un litre d'alcool; ce n'est pas, dans ce cas, et ainsi que je l'ai vérifié, l'action des acides minéraux sur le sucre qui produit le furfurol. Mais sa présence dans les flegmes de cette origine s'explique aisément, si l'on songe que, dans les distilleries, on ensemence la mélasse non pas directement au moyen de la levure, mais par l'intermédiaire d'un moût de grains en pleine fermentation; or ce moût de grains a été obtenu par l'action des acides minéraux. Un flegme de mélasses, fabriqué sans l'intermédiaire d'un pied de cuve de grains, est exempt de furfurol.

» Enfin les flegmes de betteraves (quatre échantillons), les flegmes de topinambours, les flegmes de pommes de terre, qui ont été travaillés dans des conditions où le furfurol n'a pu prendre naissance, et qui ont été distillés à la vapeur, ne renferment pas trace de furfurol.

» On peut donc conclure que tous les alcools commerciaux ne sont pas accompagnés de furfurol, que ce furfurol constitue une impureté accidentelle et doit être rayé des produits de la fermentation normale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contributions à l'étude du musc artificiel.* Note de M. **Albert Baur**, présentée par M. Friedel.

« J'ai observé, il y a quelques années, qu'en traitant l'isobutyltoluène par un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique, on obtient un produit cristallisé possédant une odeur de musc extrêmement prononcée ([1]).

([1]) J'ai fait breveter cette réaction, et le *musc artificiel* est fabriqué actuellement

Je prends la liberté de communiquer à l'Académie les premiers résultats de l'étude scientifique de ce musc artificiel.

» L'isobutyltoluène, préparé d'après la méthode de MM. Friedel et Crafts, se compose d'un mélange du dérivé *méta*, avec une petite quantité du dérivé *para*, dont on peut facilement isoler le premier par une série de distillations fractionnées. Le carbure pur que j'ai employé pour la nitration bouillait entre 185°-187° (non corrigé).

» En introduisant cet hydrocarbure dans cinq fois son poids d'un mélange d'acide nitrique fumant et d'acide sulfurique monohydraté, et chauffant pendant vingt-quatre heures au bain-marie, on obtient un mélange de dérivés nitrés contenant principalement le dérivé trinitré. En retraitant ce nitrodérivé impur une seconde fois par le mélange sulfonitrique, on obtient le trinitrobutyltoluène à l'état de pureté. Cristallisé de l'alcool, il forme de belles aiguilles blanches, fusibles à 96°-97°, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther et les autres dissolvants usuels. L'analyse conduit à la formule $C^6H(CH^3)(C^4H^9)(AzO^2)^3$.

» Des dissolutions, même excessivement diluées, de ce trinitroisobutyltoluène ont une odeur musquée extrêmement prononcée, et le nouveau corps paraît être appelé à remplacer le musc naturel dans beaucoup de ses applications en parfumerie. Il est évidemment absolument différent du principe odorant du musc naturel, qui est une résine ne contenant pas d'azote. On n'a d'ailleurs jamais trouvé dans la nature de dérivé nitré.

» Le musc artificiel ne possède pas de propriétés toxiques; des lapins ont pu absorber plusieurs décigrammes par injection sous-cutanée, et plusieurs grammes par l'estomac, sans ressentir aucun malaise.

» Le trinitroisobutyltoluène forme avec la naphtaline une combinaison cristallisée en grandes lamelles blanches, qu'on obtient en laissant évaporer le mélange des dissolutions alcooliques. Cette combinaison fond à 89°-90°; si on la distille avec la vapeur d'eau, la naphtaline passe et le dérivé trinitré reste dans le ballon. Elle contient *deux* molécules de trinitroisobutyltoluène pour *une* molécule de naphtaline.

» Ainsi qu'il était facile de le prévoir, les homologues de l'isobutyltoluène se comportent comme ce dernier et fournissent également des dérivés trinitrés doués d'une forte odeur musquée.

» L'isobutylmétaxylène se prépare aisément d'après la méthode gé-

---

par les fabriques de produits chimiques de Giromagny, près de Belfort, et de Thann et Mulhouse.

nérale de MM. Friedel et Crafts, en traitant le métaxylène par le bromure d'isobutyle en présence du chlorure d'aluminium.

» Après plusieurs distillations fractionnées à l'appareil Lebel-Henninger, on obtient un liquide incolore, bouillant entre 200° et 202° (non corrigé), qui constitue le butylxylène pur. L'analyse conduit à la formule $C^6H^3(CH^3)^2(C^4H^9)$.

» En traitant cet isobutylmétaxylène par le mélange sulfonitrique, on obtient un dérivé trinitré cristallisant de l'alcool, en belles aiguilles blanches, fusibles à 110°, correspondant à la formule $C^6(CH^3)^2(C^4H^9)(AzO^2)^3$.

» Au point de vue de l'odeur, le dérivé du xylène ne se distingue pas de son homologue inférieur. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mode d'action des produits sécrétés par les microbes sur les appareils nerveux vaso-moteurs. Rapport entre ces phénomènes et celui de la diapédèse.* Note de MM. **A. Charrin** et **E. Gley**, présentée par M. Bouchard [1].

» Lorsqu'on introduit sous la peau d'un lapin vacciné contre le virus pyocyanique 1^{cc} et davantage de la culture vivante de ce virus, on voit, après trois à cinq heures, une diapédèse abondante s'effectuer. Le phénomène n'a pas lieu ou du moins il est très atténué chez des lapins non vaccinés. Il appartient à M. Bouchard d'avoir montré que l'on pouvait empêcher cette diapédèse, en introduisant dans le corps de l'animal des produits solubles du bacille du pus bleu.

» Par quel mécanisme agissent ces produits solubles? Est-ce par répulsion vis-à-vis des cellules migratrices? Les expériences que l'un de nous a réalisées avec M. Gamaleïa (*Société de Biologie*, 24 mai 1890) nous ont appris que les cultures stérilisées, injectées à petites doses sous le tissu cellulaire sous-cutané, n'éloignent les leucocytes ni chez les animaux réfractaires, ni chez ceux qui ne le sont pas. Si l'on augmente notablement les doses de ces cultures stérilisées, on supprime à la vérité la diapédèse, mais aussi bien chez les uns que chez les autres.

» Il ne nous a donc point paru qu'il s'agît là d'une action directe sur les leucocytes, action variable suivant l'immunité ou la non-immunité; d'ailleurs, les expériences de M. Bouchard prouvent que cette influence

(1) Cette Note avait été présentée à l'Académie dans la séance du 21 juillet.

empêchante des produits solubles est infiniment plus marquée, lorsqu'on fait pénétrer d'emblée ces substances chimiques dans la circulation générale, au lieu de les déposer sous la peau, au voisinage de l'inoculation.

» Les globules blancs ne sortent des vaisseaux, il ne faut pas l'oublier, que si ces vaisseaux et l'appareil vaso-moteur le leur permettent. Sans nier en rien les phénomènes de chimiotaxie que l'on a récemment signalés, nous pensons que la Physiologie nous fournit des actions d'arrêt ou au moins de retard dans la diapédèse une explication beaucoup plus satisfaisante.

» Des raisons théoriques d'ordre physiologique nous ont en effet portés à nous demander si ces phénomènes ne seraient pas liés à des modifications dans l'excitabilité du système nerveux vaso-moteur. Cette hypothèse, une fois posée, n'était pas difficile à contrôler.

» La première et plus simple supposition à faire était la suivante, à savoir que les produits solubles du bacille pyocyanique empêchent la diapédèse, parce qu'ils déterminent un resserrement énergique des vaisseaux.

» Or, si l'on enregistre pendant plusieurs heures consécutives la pression du sang dans une artère, l'artère carotide par exemple, chez un lapin modérément curarisé, on constate que, sous l'influence d'injections répétées des produits dont il s'agit, la pression ne varie pour ainsi dire pas, sauf quand les doses deviennent excessives. Ainsi, les produits solubles ne déterminent pas le resserrement des vaisseaux; ce n'est donc pas de cette façon qu'ils agiraient pour empêcher la diapédèse.

» Mais celle-ci n'est-elle pas d'une façon très générale en rapport direct de dépendance avec la dilatation active des vaisseaux? Il était dès lors rationnel de chercher si ces produits solubles ne supprimeraient pas, ou, tout au moins, ne diminueraient pas notablement l'excitabilité des appareils vaso-dilatateurs. C'est justement ce que l'expérience nous a fait voir.

» Nous opérons toujours sur des lapins curarisés. Nous déterminons à plusieurs reprises les courants induits tétanisants minima, nécessaires pour amener une dilatation artérielle très nette, qui se traduit par un abaissement de la pression sanguine, sous l'influence de l'excitation du bout central du nerf dépresseur. Puis nous injectons dans une veine de l'oreille des quantités variables de produits solubles, d'abord 10^{cc}, puis 20^{cc}, et nous arrivons ainsi successivement à 30^{cc} et 40^{cc}. Après injection de 10^{cc}, mais surtout, et dans la très grande majorité des cas, de 20^{cc}, l'effet normal qui suit l'excitation du nerf dépresseur est singulièrement atténué.

» Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de nos expériences. Prenons cependant quelques moyennes : nous voyons que le courant minimum qui produisait, avant l'in-

jection, une chute de la pression intra-artérielle de 30^{mm} de mercure, après une période latente d'excitation de deux secondes, l'effet se prolongeant pendant huit secondes, ne déterminait plus, après l'injection et appliqué un laps de temps égal, bien entendu, qu'un abaissement de pression de 14^{mm}, le temps perdu s'élevant à $4^s,3$ et l'effet ne durant plus que sept secondes. Pour un courant qui est presque d'intensité double, les résultats sont les mêmes. Même avec un courant d'intensité quadruple, lorsqu'on a injecté 30^{cc} ou 35^{cc}, on ne peut plus obtenir une vaso-dilatation aussi considérable que sur l'animal normal; la chute de pression est moitié moindre, et très souvent même plus de moitié.

» Étant donné le mode d'action, parfaitement déterminé, du nerf dépresseur, on est amené à penser que ces expériences, en même temps qu'elles présentent un résultat des plus nets, s'expliquent en outre par elles-mêmes: apportant un fait, elles apportent en même temps, ce semble, et contrairement à ce qui arrive d'ordinaire dans les Sciences biologiques, l'application et la théorie de ce fait. Le résultat expérimental est tel en effet qu'on en peut conclure, d'après tout ce que l'on sait sur le rôle du nerf dépresseur, que les substances dont nous nous occupons diminuent l'excitabilité des centres vaso-dilatateurs bulbaires.

» Ce n'est pas seulement sur les appareils bulbaires que les produits du bacille pyocyanique exercent l'action que nous venons de déterminer; ils agissent de même sur les centres vaso-dilatateurs contenus dans la moelle.

» Pour le constater, nous avons étudié les variations du réflexe vasculaire bien connu sous le nom de *réflexe de Snellen-Schiff*: quand on excite le bout central du nerf auriculo-cervical sur le lapin curarisé par des courants assez forts, on voit les vaisseaux de l'oreille du même côté se dilater extrêmement et l'oreille devenir très rouge. Procédant comme dans nos expériences sur le nerf dépresseur, nous avons observé que la vaso-dilatation ainsi produite est, après injection de 20^{cc} de produits solubles, plus lente à survenir, beaucoup moins intense et d'une bien moindre durée. Même avec un courant quatre et même cinq fois plus intense, on n'obtient plus qu'un réflexe très faible. Ces différences dans l'intensité de la congestion sont assez grandes pour qu'on puisse les constater à l'aide d'un thermomètre gradué en vingtièmes de degré et placé dans l'oreille du lapin expérimenté, avec toutes les précautions d'usage quand il s'agit de prendre des températures locales. En effet, l'augmentation de la température de l'oreille produite par des excitations suffisantes du nerf auriculo-cervical sur l'animal normal a été en moyenne, dans nos expériences, de $1^o,2$; lorsque l'animal a reçu 20^{cc} de produits solubles, elle n'est plus, sous l'influence des mêmes courants que de 0,6 ou de 0,7.

» Ainsi nous avons été conduits à admettre que les produits solubles du bacille pyocyanique peuvent agir directement sur les appareils nerveux vaso-dilatateurs. Et cette influence semble de telle nature que l'on peut

penser que certains microbes, une fois qu'ils ont pénétré dans l'organisme, y produisent incessamment des substances qui viennent encore favoriser leur action pathogène propre en entravant quelques-uns des moyens de défense dont l'organisme est aujourd'hui considéré comme pourvu, c'est-à-dire la diapédèse et la phagocytose, puisque ces phénomènes ont pour condition première la dilatation vasculaire, à laquelle commande immédiatement le système nerveux.

» Nous ne pouvons ici développer les conséquences qui nous paraissent sortir de ces expériences. Ces conséquences, d'ailleurs, ne sont pas difficiles à déduire, si l'on veut bien se reporter à l'important et récent Mémoire de M. Bouchard : *Action des produits sécrétés par les microbes*, Paris, 1890. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'hémoglobine se trouve-t-elle dans le sang à l'état de substance homogène?* Note de M. **Christian Bohr**, présentée par M. Chauveau.

« Nous avons appris à connaître quatre oxyhémoglobines renfermant respectivement, par gramme, environ $0^{cc},4$, $0^{cc},8$, $1^{cc},7$ et $2^{cc},7$ d'oxygène dissociable. Maintenant se pose la question suivante : l'hémoglobine que nous extrayons du sang sous forme de cristaux est-elle une substance homogène, de composition constante, ou bien un mélange de plusieurs oxyhémoglobines?

» On trouve d'abord que l'hémoglobine provenant de différents échantillons de sang (et toujours obtenue par le même procédé, en séparant sous forme de cristaux la majeure partie de la matière colorante) est très variable, non seulement quant aux rapports d'absorption de la lumière [1], mais aussi en ce qui concerne la teneur en fer (0,35-0,46 pour 100) et le poids moléculaire déterminé par la méthode de M. Raoult, dont la valeur la plus forte était cinq fois plus grande que la plus faible. Ces variations de l'hémoglobine n'ont pas besoin, il est vrai, d'affecter nécessairement la partie qui renferme du fer et fixe l'oxygène, celle qui nous intéresse spécialement ici; mais nous devons admettre que cette partie diffère aussi dans l'hémoglobine de différents échantillons de sang, puisque le rapport entre

(1) Il semble qu'on doive attribuer moins d'importance aux variations du rapport d'absorption de la lumière; car, d'après les renseignements donnés par M. Torup, cette constante varie même pour un petit changement dans le dissolvant. (Torup, *Blodets Kulsyselirindung*, p. 47; Copenhague, 1887.)

le fer et la quantité d'oxygène absorbée est variable; j'ai ainsi, dans quelques cas, trouvé 280^{cc} et, dans d'autres, 370^{cc} d'oxygène par gramme de fer. Je suis, du reste, d'accord sur ce point avec les auteurs qui se sont occupés de ces recherches; car ils ont, pour la plupart, trouvé des valeurs très variables pour l'absorption de l'oxygène par l'hémoglobine. C'est ainsi, par exemple, que quelques auteurs indiquent pour l'hémoglobine du cheval une absorption d'oxygène aussi grande que pour l'hémoglobine du chien, tandis que d'autres n'ont pu observer chez la première qu'une absorption deux fois plus faible. Si, néanmoins, la valeur de $1^{cc},5$ d'oxygène par gramme d'hémoglobine est généralement regardée comme la seule exacte, cela est dû, sans doute, à la circonstance que, trompé par la variabilité de cette substance, on l'a considérée à tort comme trop peu stable et, par suite, on n'a pas attribué grande importance aux variations qu'elle présente dans l'absorption de l'oxygène.

» L'hémoglobine provenant de différents échantillons de sang peut donc varier; mais on peut, en outre, démontrer maintenant que l'hémoglobine d'un seul échantillon n'est pas homogène, mais se compose d'un mélange de différentes hémoglobines; car, bien que ce soit une séparation très incomplète, on arrive par cristallisation et dissolution fractionnée à la séparer partiellement en solutions d'hémoglobine qui absorbent des quantités d'oxygène différentes. On trouve ainsi, pour l'hémoglobine du chien, que la portion de matière colorante qui reste dans l'eau mère après la première cristallisation fixe moins d'oxygène par gramme de fer qu'une solution des cristaux qui ont été séparés; en faisant de nouveau cristalliser ces derniers, je n'ai provisoirement produit aucune nouvelle séparation. De même, les diverses solutions qu'on obtient par un traitement fractionné d'une plus grande quantité de cristaux d'hémoglobine, avec une solution contenant $\frac{1}{20}$ pour 100 de Na^2CO^3, montrent fréquemment un pouvoir absorbant différent pour l'oxygène.

» Quant à dire si les oxyhémoglobines qui se trouvent dans la matière colorante cristallisée du sang sont identiques avec celles que j'ai décrites sous les noms d'*oxyhémoglobines* α, β, γ et δ, et, dans ce cas, avec lesquelles, ou s'il y a d'autres modifications analogues d'hémoglobine, c'est ce que je ne saurais décider.

» Toutefois, comme je chercherai à le montrer dans une prochaine Communication, on peut, même sans renseignements positifs à ce sujet, tirer des remarques qui précèdent une conséquence importante pour la physiologie de la respiration. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'identité de composition du système nerveux central des Pélécypodes et des autres Mollusques.* Note de M. Paul Pelseneer.

« I. Dans la grande majorité des Mollusques, chaque ganglion pédieux reçoit deux connectifs :

» 1. Le plus ventral ou le plus antérieur, venant du ganglion cérébral;

» 2. Le plus dorsal ou le plus postérieur, venant du ganglion pleural (commissural ou premier asymétrique).

» Cette disposition est générale dans les Gastropodes; j'ai fait voir qu'elle existe aussi chez les Céphalopodes ([1]); enfin, M. Plate l'a signalée dans le genre *Dentalium* ([2]), chez lequel, malgré l'assertion contraire de M. Fol ([3]), je puis confirmer l'existence d'un connectif pédieux sortant du ganglion postérieur du cérébral, lequel ganglion n'est donc autre chose que le pleural.

» II. L'absence, chez les Pélécypodes, du connectif pleuro-pédieux et d'un ganglion pleural visible, a été considérée comme un caractère distinctif de cette classe ([4]).

» Estimant que, chez des Mollusques déjà assez spécialisés, comme les Pélécypodes, le système nerveux central doit présenter les mêmes ganglions principaux que dans des formes plus archaïques, j'ai examiné la conformation de ce système dans les genres les plus primitifs, *Nucula* et *Solenomya*, que j'ai réunis sous le nom de *Protobranchiés* ([5]). L'examen m'a montré que, dans ces genres, on retrouve encore les centres pleuraux des autres Mollusques et les connectifs pleuro-pédieux.

» III. Dans les *Nucula* ([6]), les ganglions cérébraux sont situés, comme de coutume, sur le muscle adducteur postérieur, au dos de l'œsophage. De chacun d'eux sortent des fibres qui se rendent au muscle adducteur et aux

---

([1]) Pelseneer, *Archives de Biologie*, t. VIII, p. 749-751.

([2]) Plate, *Zoologischer Anzeiger*, t. XI, p. 510.

([3]) Fol, *Archives de Zoologie expérimentale*, 2e série, t. VII, p. 108.

([4]) Spengel, *Zeitschrift für wiss. Zoologie*, t. XXXV, p. 374; et Plate, *loc. cit.*, p. 214.

([5]) Pelseneer, *Bulletin scientifique*, t. XX, p. 52.

([6]) Les spécimens étudiés proviennent du laboratoire de Wimereux.

palpes, ainsi que le connectif qui joint le centre cérébral au ganglion pédieux correspondant.

» En arrière, à l'endroit où, habituellement, commence la commissure viscérale (souvent dénommée *connectif cérébro-viscéral*), se trouve un ganglion aussi volumineux que le cérébral. De ce deuxième centre naissent :

» 1. En arrière, la commissure viscérale ;

» 2. En dehors, le nerf palléal antérieur ;

» 3. Ventralement, un fort cordon nerveux qui se dirige vers le ganglion pédieux et qui, un peu avant d'arriver à mi-chemin de celui-ci, se joint au connectif cérébro-pédieux, pour former avec lui un tronc commun ; ses fibres continuent à cheminer dans ce dernier et se rendent au centre pédieux.

» IV. Dans les *Solenomya*, la disposition est pareille, avec cette seule différence que les fibres nerveuses, allant du ganglion situé à l'origine de la commissure viscérale jusqu'au centre pédieux, se joignent à celles du connectif cérébro-pédieux, à leur sortie même du ganglion ; de sorte que le tronc commun qu'elles forment part de la jonction du ganglion cérébral avec celui qui lui est accolé postérieurement.

» V. Si l'on compare maintenant la disposition observée dans les *Nucula* et les *Solenomya* avec celle qui existe chez les Gastropodes et les *Dentalium*, on voit que :

» 1° Le ganglion dont naissent le nerf palléal antérieur, la commissure viscérale et les fibres qui se rendent au centre pédieux, constitue précisément le ganglion pleural ;

» 2° Les fibres qui joignent ce dernier centre au ganglion pédieux des *Nucula* et *Solenomya* forment donc le connectif pleuro-pédieux, que l'on croyait manquer chez les Pélécypodes.

» VI. La différence supposée entre le système nerveux central de ces derniers et celui des autres Mollusques n'existe donc pas.

» Dans les Pélécypodes plus spécialisés que les deux Protobranchiés ci-dessus, les ganglions cérébral et pleural sont fusionnés dans une masse ganglionnaire unique (toujours appelée *ganglion cérébral*), ainsi qu'on peut le reconnaître dans des sections de cette masse ; et les deux connectifs cérébro-pédieux et pleuro-pédieux sont réunis sur toute leur longueur. »

ZOOLOGIE. — *Sur la répartition stratigraphique des Brachiopodes de mer profonde, recueillis durant les expéditions du* Travailleur *et du* Talisman. Note de MM. **P. Fischer** et **D.-P. Œhlert**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les espèces de Brachiopodes recueillis à de grandes profondeurs durant les expéditions du *Travailleur* et du *Talisman* sont au nombre de seize :

» *Crania anomala* var. *turbinata, Rhynchonella cornea, Dyscolia Wyvillei, Terebratulina caput-serpentis, Eucalathis tuberata, Eucalathis ergastica, Terebratula vitrea, Terebratula sphenoidea, Magellania septigera, Magellania cranium, Muhlfeldtia truncata, Muhlfeldtia monstruosa, Muhlfeldtia echinata, Platidia anomioides, Platidia Davidsoni, Megathyris decollata.*

» En recherchant les gisements fossilifères où se rencontre la plus forte proportion de ces espèces, on trouve que les dépôts pliocènes marins de la Sicile (environs de Messine) et de la Calabre (province de Reggio) possèdent treize de ces formes, soit absolument identiques, soit représentatives, c'est-à-dire montrant quelques légères nuances distinctives qui ont permis aux spécificateurs de donner des noms différents, mais qui témoignent néanmoins d'une origine commune.

» Les autres dépôts fossilifères du miocène de l'Europe ou du pliocène de la Belgique et de l'Angleterre ne renferment qu'une proportion infime de nos Brachiopodes.

» C'est donc dans les couches du zancléen du sud de l'Italie qu'on retrouve un ensemble d'espèces rappelant la faune abyssale de la province marine lusitanienne explorée par le *Travailleur* et le *Talisman*.

» Mais, depuis le soulèvement des couches zancléennes, trois espèces : *Rhynchonella Sicula, Dyscolia Guiscardiana* et *Muhlfeldtia granulata* se sont éteintes dans la Méditerranée, tandis que les formes presque identiques qui en descendent se perpétuaient dans l'Atlantique, où elles sont décrites sous les noms de *Rhynchonella cornea, Dyscolia Wyvillei* et *Muhlfeldtia echinata*. En outre, trois autres espèces du pliocène du sud de l'Italie : *Magellania Peloritana, Magellania euthyra* et *Terebratula sphenoidea* paraissent être actuellement en voie d'extinction dans la Méditerranée, où nous n'en avons recueilli que des valves isolées et à une grande profondeur, tandis

qu'elles prospèrent dans l'Atlantique, où elles ont reçu les noms de *Magellania septigera*, *Magellania cranium* et *Terebratula Cubensis*.

» Il est donc évident que la Méditerranée a perdu, depuis la période pliocène, une partie de ses Brachiopodes profonds, et que cette tendance à l'extinction des formes abyssales se manifeste encore. D'où provient-elle?

» Elle nous semble liée à un phénomène très important, celui du réchauffement progressif des eaux de la Méditerranée, dont la température est d'environ $+13^\circ$ C., depuis 183^m jusqu'au fond. Par conséquent, la Méditerranée se comporte absolument comme une mer fermée, quand on la compare à l'Atlantique, dont le fond est toujours froid et dont les diverses couches ont une température décroissante.

» Durant la période pliocène, la Méditerranée recevait, grâce à l'existence de courants froids, un certain nombre d'espèces boréales qu'on peut reconnaître dans les dépôts fossilifères de Ficarazzi, en Sicile (*Mya truncata*, *Saxicava Norvegica*, *Cyprina Islandica*, *Mactra solida*, *Tellina calcaria*, *Crenella decussata*, *Trichotropis borealis*, *Admete viridula*, *Buccinum Groenlandicum*, etc.), ainsi que plusieurs Mollusques et Brachiopodes, vivant aujourd'hui dans la zone abyssale de l'Atlantique, dont la température est comprise entre $+5^\circ$ et 0°. Cet état de choses a cessé, peut-être par suite de l'exhaussement du fond du détroit de Gibraltar, et la température s'est équilibrée pour remonter à $+13^\circ$ à partir de 183^m. Les formes abyssales, qui ne pouvaient plus s'accommoder à cette thermalité, se sont éteintes sur place, tandis qu'elles continuaient à vivre dans des eaux plus froides de l'Atlantique.

» Ces considérations semblent confirmer cette hypothèse, que la distribution des animaux marins est réglée principalement par la température.

» On peut supposer que la Méditerranée, privée de l'apport des espèces abyssales de l'Atlantique, verra s'éteindre les espèces de ses grands fonds qui avaient résisté jusqu'à présent à l'élévation de la température; aux formes vraiment abyssales se substitueront des animaux de moindre profondeur, s'acclimatant dans les grands fonds, parce qu'ils y trouveront une température qui s'éloigne peu de celle de leur zone bathymétrique normale.

» Pour nous résumer, nous dirons que la Méditerranée possède une riche faune de surface et une faune abyssale très pauvre, sans originalité, en quelque sorte résiduelle et vouée à l'extinction; tandis que la province marine lusitanienne est caractérisée par une faune de surface moins exu-

bérante, et par une faune abyssale remarquable à tous les points de vue, bien différente de la faune peu profonde et douée d'une vitalité extraordinaire. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la localisation des principes qui fournissent les essences sulfurées des Crucifères*. Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« On a constaté, depuis longtemps, que les essences sulfurées des Crucifères ne préexistent pas dans la plante et qu'elles ne prennent naissance que dans des conditions déterminées. C'est ainsi que la graine de Moutarde noire, contusée ou pulvérisée, doit être traitée par l'eau froide ou tiède pour que le ferment soluble qu'elle renferme, appelé *myrosine*, puisse agir sur le *myronate de potasse*, sorte de glucoside salin dont le dédoublement fournit de l'essence de Moutarde ou sulfocyanure d'allyle, du glucose et du sulfate acide de potasse. Une réaction analogue se manifeste, dans les mêmes conditions, soit avec les graines, soit avec divers tissus d'autres Crucifères; mais les produits du dédoublement peuvent varier selon que l'on considère telle ou telle espèce.

» On a supposé, avec raison, que le ferment et le glucoside doivent être contenus dans des cellules distinctes; toutefois on n'en a pas encore donné la preuve directe, et personne jusqu'ici n'a fait connaître la localisation de ces principes. C'est cette question que je crois avoir résolue pour les divers organes des Crucifères.

» Les graines d'un grand nombre d'espèces de cette famille renferment, disséminées dans le parenchyme huileux des cotylédons et de l'axe embryonnaire, des cellules spéciales qui diffèrent peu de leurs voisines par leur forme et leurs dimensions. Mais, au lieu de contenir de l'huile, elles sont remplies par une substance albuminoïde, qui leur communique la propriété de se colorer très rapidement en rouge vif quand on chauffe une coupe mince de la graine dans le réactif de Millon, tandis que les autres cellules ne prennent alors qu'une très faible teinte rosée. A une température voisine de l'ébullition, l'acide chlorhydrique pur additionné, pour 1^{cc}, d'une goutte de solution aqueuse d'orcine au dixième, les colore seules en violet : réaction qui, d'après les expériences comparatives que j'ai faites sur diverses plantes et dans le détail desquelles il serait trop long d'entrer ici, montre que ces cellules à contenu albuminoïde renferment un

ferment qu'on ne rencontre pas dans le reste du tissu dont elles font partie ([1]).

» Dans les organes végétatifs, tels que la racine, la tige, la feuille et la fleur, il peut exister aussi des cellules présentant les mêmes réactions. La racine du Raifort, par exemple, en possède un grand nombre dans l'écorce, le liber et le bois secondaires, formés surtout de parenchyme. La tige de la même plante, pourvue d'une large moelle qui n'existe pas dans la racine, en renferme en outre dans ce dernier tissu. La feuille et les organes floraux en sont de même abondamment pourvus.

» Chez les autres Crucifères, qu'il s'agisse de la racine ou de la tige, ces cellules se rencontrent surtout dans l'écorce et dans la partie du péricycle qui touche le liber. En général, elles présentent, comme dans la graine, sensiblement les mêmes caractères de forme et de grandeur que les éléments du tissu dont elles font partie; souvent aussi, elles sont plus grosses et plus longues. C'est dans le péricycle de la tige, au contact des faisceaux libéro-ligneux, que leur existence est la plus fréquente; diverses espèces n'en ont même que dans cette région.

» L'existence de ces cellules à albumine chez les Crucifères a déjà été constatée dans ces dernières années par M. Heinricher ([2]), qui a cru pouvoir les considérer comme représentant, dans cette famille, les laticifères des Papavéracées. Mais cet observateur ne s'est pas demandé quelles pouvaient être leurs relations avec les propriétés spéciales des Crucifères; il n'a pas vu qu'elles renferment un ferment, qui n'est autre que la myrosine.

» Afin de confirmer les indications fournies par les réactions microchimiques touchant la localisation de ce ferment, on peut faire agir les cellules en question sur une solution pure de myronate de potasse, en choisissant une espèce dont la tige ne renferme pas ce dernier glucoside ni quelque composé analogue, mais possède, dans une région susceptible d'être isolée, les cellules en question. Tel est le cas de la Giroflée des murs (*Cheiranthus Cheiri*), dont la tige sous-ligneuse n'a de cellules à myrosine que dans la couche interne non sclérifiée du péricycle, au dos des

---

([1]) Dans un travail sur la localisation des principes qui fournissent l'acide cyanhydrique (*Comptes rendus* et *Journal de Pharm. et de Chim.*, 1890), j'ai indiqué l'action de ce réactif sur l'émulsine et d'autres ferments d'origine végétale.

([2]) *Die Eiweisschläuche der Cruciferen und verwandte Elemente in der Rhœadinen-Reihe* (*Mitth. aus dem Bot. Inst. zu Graz*, 1886).

faisceaux libéro-ligneux. On enlève l'écorce jusqu'à la couche externe sclérifiée du péricycle; on se débarrasse également de la moelle, de façon à faire agir sur la solution aqueuse de myronate les faisceaux libéro-ligneux avec le péricycle. Dans ces conditions, le dédoublement du glucoside s'effectue avec production d'essence de Moutarde. Le résultat est négatif avec l'écorce et la moelle. D'autre part, on peut constater que les faisceaux libéro-ligneux, privés de cellules à myrosine, sont aussi sans action sur le glucoside. De même, une tige, telle que celle du *Capsella Bursa pastoris*, où l'observation ne décèle l'existence de cellules à ferment dans aucun tissu, ne provoque pas le dédoublement.

» Pour indiquer maintenant la localisation du glucoside dédoublable, prenons par exemple la racine de Raifort, qui peut fournir, comme on sait, une forte proportion d'essence.

» On en plonge des coupes fraîches dans l'alcool absolu, afin de les débarrasser des petits globules d'huile grasse qu'on observe dans son parenchyme. L'alcool absolu, qui dissout cette huile grasse, ne dissout presque pas le myronate. Le ferment étant devenu, dans ces conditions, presque entièrement inactif, alors même qu'on reporte les coupes dans l'eau pure, ces dernières sont mises à digérer dans de l'eau contenant de la myrosine extraite de la graine de Moutarde blanche. On constate alors, à l'aide d'une teinture d'orcanette aussi peu alcoolique que possible, que des globules d'essence, colorables en rouge, ont pris naissance dans toutes les cellules du parenchyme cortical, libérien et ligneux, mais surtout dans le premier. En opérant avec la tige du Raifort, on en observe aussi dans toute la moelle. Par conséquent, le myronate existe ici dans toutes les cellules parenchymateuses de la racine ou de la tige, conclusion qui peut d'ailleurs être confirmée par d'autres expériences.

» On voit ainsi que, chez les Crucifères, le ferment et le glucoside salin ou composé dédoublable, sont contenus dans des cellules distinctes et facilement reconnaissables, quel que soit l'organe considéré. »

M. A. Fortin adresse une Note sur la réapparition d'une tache solaire qui semble annoncer une tempête pour le 29 juillet.

D'après l'auteur, cette grosse tache du Sud, qui est accompagnée de nombreuses petites taches, avait déjà été cause des tempêtes des 2 et 3 juillet. Il l'avait également signalée en juin, en mai, en avril, en mars et en janvier; et, chaque fois, son apparition avait coïncidé avec des tempêtes

constatées. Elle a toujours été précédée d'une période d'activité solaire, qui la devance de cinq à six jours, et qui a été indiquée par le magnétomètre.

M. **Larrey** présente à l'Académie, de la part du Dr *Frédéric Bateman*, doyen des médecins de l'hôpital de Norwich, un Ouvrage anglais, intitulé : « Sur l'aphasie ou la perte de la parole ». C'est la seconde édition, fort augmentée, d'un livre publié autrefois à Londres et qui a valu à l'auteur le titre de Correspondant de l'Académie de Médecine.

M. Bateman a donné à cette seconde édition tous les développements que comporte cette question si intéressante de la localisation de la parole, d'après les premières recherches connues sur ce sujet, jusqu'aux travaux les plus récents de Physiologie et de Pathologie.

[Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie (fondation Montyon), pour 1891.]

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

ERRATA.

(Séance du 21 juillet 1890.)

Notice de M. *Daubrée*, sur les travaux d'Alphonse Favre.

Page 153, ligne 14, *ajouter* le nom de de Candolle (entre les noms de Saussure et de Pictet).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AOUT 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'épuisement des terres par la culture sans engrais.* Deuxième Mémoire : *Étude des eaux de drainage;* par M. **P.-P. Dehérain.**

« J'ai eu l'honneur, à l'automne de 1889 [1], d'entretenir l'Académie des résultats qu'a fournis, pendant les dernières saisons, la culture des terres du champ d'expériences de Grignon, maintenues sans engrais depuis 1875. Tandis qu'on en tire encore de bonnes récoltes d'avoine, que les rendements du blé y sont passables, la culture des betteraves et celle du trèfle y sont devenues impossibles.

» En procédant comparativement à l'analyse de ces terres épuisées et

(1) *Comptes rendus,* t. CIX, p. 781.

de terres voisines en bon état de fumure, j'ai reconnu que, si les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse qu'elles renferment ne sont pas très différentes, le carbone des matières organiques y varie du simple au double; on ne trouve plus dans les terres maintenues sans engrais depuis 1875 que 7^{gr} de carbone organique par kilogramme de terre contre 15^{gr} à 16^{gr} dans les terres en bon état de fumure.

» Ces déterminations m'ont conduit à rechercher quelle utilité présentait cette matière organique : j'ai cherché : 1° si la diminution de la matière organique dans les terres sans engrais y déterminait une dessiccation plus rapide, une moindre aptitude à retenir l'humidité, et, 2° si la matière organique des sols épuisés n'avait pas perdu la faculté de produire des nitrates.

» Ces deux questions ont été abordées dans la première Note présentée à l'Académie. Je me suis astreint, notamment pendant toute une année, de novembre 1888 à novembre 1889, à prélever chaque semaine des échantillons de terre dans les parcelles en bon état de fumure et dans les parcelles épuisées, pour y déterminer l'humidité; les différences trouvées ont été très faibles ([1]). J'aborde aujourd'hui ce même sujet, par une autre méthode, en déterminant par la mesure des eaux de drainage les quantités d'eau écoulées de ces divers sols; cette méthode permettait en outre, par l'analyse de ces eaux, de savoir si la matière organique des sols épuisés était capable ou non de fournir encore une proportion de nitrates suffisante pour nourrir de bonnes récoltes.

» Si les eaux qui traversent les terres épuisées, ne portant aucune végétation, entraînent plus de nitrates que n'en consomme une bonne récolte de betteraves; si les matières minérales : phosphates et sels de potasse, sont impuissantes à rendre à cette terre épuisée sa fertilité passée, il faudra bien admettre que la matière organique, qui seule fait défaut, est indispensable au développement de certaines espèces végétales.

» J'ai entrepris, au reste, une série d'expériences directes sur l'action des matières ulmiques, et j'en rendrai compte à l'Académie quand les plantes encore sur pied auront été récoltées; mais, en attendant cette démonstration directe, il m'a paru intéressant de montrer par la mesure et l'analyse des eaux de drainage écoulées des terres fumées et des terres restées sans engrais, qu'elles ne présentent ni dans leur faculté de retenir

---

([1]) Des courbes, indiquant les proportions d'eau contenues dans les terres, sont insérées dans le Mémoire *in extenso* (*Ann. agron.*, t. XV, p. 481).

l'eau, ni dans leur aptitude à produire des nitrates, des différences suffisantes pour expliquer comment les unes sont fertiles et les autres stériles.

» *Méthode d'observation.* — Le domaine de Grignon n'est pas drainé, il ne peut pas l'être; le sous-sol étant absolument perméable, des drains ne laisseraient couler qu'une très minime fraction des eaux qui traversent la terre; j'ai donc étudié les eaux fournies par un drainage artificiel.

» Sur des trépieds en fer, on a disposé de grands pots de grès vernissés, pouvant contenir de 30^{kg} à 50^{kg} de terre; ils sont percés à la partie inférieure d'un orifice circulaire dans lequel on introduit un bon bouchon de caoutchouc muni d'un tube de verre qui descend dans de grands flacons destinés à recueillir les eaux de drainage; le fond des pots est garni d'une couche de cailloux pour empêcher la terre de descendre jusqu'au bouchon et d'obstruer le tube.

» Les expériences ont porté sur les terres épuisées par la culture sans engrais, les terres en bon état de fumure, enfin sur des terres qui ont porté des prairies de Légumineuses puis de Graminées, de 1879 à 1889.

» *Terres restées sans engrais.* — Cinq lots; deux proviennent de la parcelle 21, deux de la parcelle 37, un de la parcelle 53; ces terres renferment par kilogramme environ $1^{gr},5$ d'azote et $7^{gr},3$ de carbone.

» *Terres bien fumées.* — Trois lots provenant des parcelles 17, 32 et 49; ces terres renferment de $1^{gr},8$ à $1^{gr},9$ d'azote, de 15^{gr} à 16^{gr} de carbone organique.

» *Terres en prairies.* — Deux lots; l'un provient de la parcelle n° 1, il renferme $1^{gr},98$ d'azote, l'autre de la parcelle n° 5, $1^{gr},88$ d'azote; le carbone dans les deux terres oscille autour de 12^{gr} par kilogramme.

» La pluie a été mesurée à l'aide d'un pluviomètre présentant une surface semblable à celle des pots; il est facile de passer du volume de l'eau recueillie sur une surface calculée à sa hauteur en millimètres.

» *Pluies et drainages de juin* 1889 *à mai* 1890. — En combinant les nombres trouvés pour le drainage des diverses terres, on a obtenu les nombres suivants :

	Eau		Rapport de la pluie au drainage.
	de pluie en millimètres.	de drainage en millimètres.	
	mm	mm	
Printemps (février-juin 1890)......	152,5	46,6	3,2
Été (juin-octobre 1889)...........	164,0	7,6	21,5
Octobre 1889.....................	79,5	59,5	1,3
Hiver (novembre 1889-février 1890).	105,3	75,6	1,4
	501,3	189,3	2,7

» On voit que, pendant l'été dernier, la plus grande partie de l'eau tombée s'est dissipée par évaporation, et que même sur un sol qui ne porte pas de végétaux, une très faible quantité de la pluie peut gagner les profondeurs et s'échapper par les drains; il n'en est pas ainsi au mois d'octobre, ni pendant l'hiver, les premières pluies saturent le sol, et les suivantes le traversent presque complètement : le rapport de la pluie au drainage tend vers l'unité.

» Les quantités d'eau de drainage ont été, pour les diverses terres, pendant cette année, de juin 1889 à mai 1890 :

	mm
Terres sans engrais depuis 1875	195,09
Terres en bon état de fumure	188,77
Terres de prairies	189,58

» Les différences sont, comme on le voit, minimes : la terre épuisée laisse un peu mieux filtrer l'eau que les terres riches en humus; mais la petite quantité qu'elles retiennent en excès n'est pas suffisante pour expliquer leur différence de fertilité.

» *Composition des eaux de drainage.* — On pouvait, cette année, distinguer à la simple vue les eaux de drainage qui provenaient des terres en bon état de fumure de celles qui s'écoulaient des terres épuisées; les unes étaient ambrées, les autres incolores, les unes renfermaient de la matière organique qui faisait défaut dans les autres; il a été impossible de déceler dans ces eaux la moindre trace d'acide phosphorique, mais on a pu y doser la potasse; elle ne s'y trouvait, au reste, qu'en faible quantité : $4^{gr},96$ (KO) par mètre cube d'eau de drainage des terres fumées; $2^{gr},48$ par mètre cube d'eau des terres sans engrais; les unes et les autres renfermaient beaucoup de sulfate de chaux; on a procédé au dosage des nitrates, les chiffres obtenus sont réunis dans le Tableau suivant :

COMPOSITION DES EAUX DE DRAINAGE (JUIN 1889 A FIN MAI 1890).

Nature des terres.	Printemps 1890.	Été 1889.	Octobre 1889.	Hiver 1889-90.	Année entière.
Azote nitrique dans l'eau de drainage (en milligrammes).					
Sans engrais depuis 1875 (parcelles 21, 37, 53)	165	155	758	139	1217
Fumées régulièrement (parcelles 17, 32, 49)	163	269	1142	217	1791
En prairies depuis 1879 (parcelles 1 et 5)	186	93	935	152	1366
Moyenne	171	172	945	169	1457

Nature des terres.	Printemps 1890.	Été 1889.	Octobre 1889.	Hiver 1889-90.	Année entière.
Azote nitrique entraîné par hectare (en kilogrammes).					
Sans engrais depuis 1875 (parcelles 21, 37, 53)...	12,6	11,8	57,9	10,4	92,7
Fumées régulièrement (parcelles 17, 32, 49).....	12,5	20,7	87,5	15,8	136,5
En prairies depuis 1879 (parcelles 1 et 5).......	14,3	7,1	71,3	11,3	104,0
Moyenne...............	13,1	12,7	72,2	12,8	111,1
Azote nitrique par mètre cube d'eau de drainage (en grammes).					
Sans engrais depuis 1875 (parcelles 21, 37, 53)...	27	143	117	11	48
Fumées régulièrement (parcelles 17, 32, 49).....	30	242	186	22	72
En prairies depuis 1879 (parcelles 1 et 5).......	33	117	148	15	54
Moyenne...............	30	167	144	16	58

» Le premier groupe a été obtenu en additionnant les nitrates contenus dans les eaux recueillies successivement pendant les diverses périodes; en ramenant la surface des pots à l'hectare, on a calculé les chiffres du second groupe; enfin, en divisant les quantités d'azote nitrique par le volume d'eau recueillie, on a les chiffres du dernier groupe.

» *Comparaison entre les quantités d'azote nitrique perdues par les diverses terres.* — Si nous examinons d'abord la dernière colonne du second groupe indiquant les quantités d'azote nitrique perdu par un hectare des diverses terres, nous reconnaissons que, si les sols en bon état de fumure fournissent plus d'azote nitrique que les terres épuisées par la culture sans engrais, les différences ne sont pas de nature à expliquer que ces terres épuisées soient devenues incapables de fournir de bonnes récoltes de betteraves. Si l'on défalque des nombres inscrits dans la dernière colonne, qui comprennent l'ensemble des nitrates formés pendant toute l'année, ceux qui correspondent à la saison pendant laquelle les betteraves n'occupent plus le sol, il reste encore environ 80^{kg} d'azote nitrique formés par les terres épuisées, contre 120^{kg} trouvés dans les eaux des terres fumées; l'une des récoltes aurait donc eu à sa disposition la valeur de 500^{kg} de nitrate de soude et l'autre 750^{kg}; or c'est un fait d'observation courante qu'au-dessus d'un certain poids les engrais n'exercent plus qu'une action très médiocre, et il est tout à fait impossible d'admettre qu'une terre qui ne donne que 11000^{kg} ou 13000^{kg} de betteraves à l'hectare avec une dose d'azote nitrique correspondant à 500^{kg} de nitrate de soude en donnerait 35000^{kg} à 40000^{kg} quand cette dose serait portée à 750^{kg}, et ce sont là les

récoltes observées en 1887. Cette année 1890 a été particulièrement favorable à une nitrification énergique ; les betteraves semées sur la parcelle 21, sans engrais depuis 1875, sont misérables cependant, tandis que celles des parcelles voisines sont luxuriantes.

» Les déterminations précédentes conduisent donc à cette conclusion que la stérilité relative des parcelles restées sans engrais depuis 1875 ne peut être attribuée ni à leur impuissance à retenir l'humidité, ni à leur incapacité à fournir des nitrates.

» *Pertes d'azote nitrique par entraînement dans les eaux de drainage. Les cultures dérobées pour engrais.* — Pendant l'année 1889-1890, les terres mises en expérience ont perdu en moyenne plus de 100^{kg} d'azote nitrique par hectare, correspondant à plus de 600^{kg} de nitrate de soude valant de 130^{fr} à 135^{fr}. Cette perte est considérable. Est-elle réelle, se produirait-elle sur un sol en place, ou bien est-elle exagérée par la méthode d'observation employée?

» Deux conditions favorisent la nitrification, l'élévation de température, l'humidité ; or, si dans nos vases de grès la température est plus élevée que dans les terres en place, la dessiccation y est plus rapide ; nos terres ne reçoivent pas ces infiltrations du sous-sol qui maintiennent dans les terres en place une humidité favorable à l'activité du ferment nitrique ; il est manifeste que nous ne pouvons pas prétendre que ces deux conditions, l'une favorable, l'autre contraire à l'activité du ferment nitrique, se soient exactement compensées ; il est visible que nos nombres se rapportent plutôt à un climat plus chaud et plus sec que celui des environs de Paris, qu'à ce climat même.

» Il est certain, en outre, que les pertes que nous venons de signaler ont été observées sur un sol dénudé, et qu'elles seraient fort atténuées sur une terre garnie de récoltes ; mais il convient cependant de faire remarquer que, dans le cas très fréquent où une culture de printemps : betterave, pommes de terre ou avoine, succède à une culture de blé, le sol reste découvert pendant sept ou huit mois, et, comme le blé lui-même cesse d'emprunter des nitrates au sol dès le commencement de juillet, on peut affirmer que les nitrates formés pendant la fin de l'été et l'automne sont entraînés dans les eaux de drainage et perdus, comme le montre le Tableau précédent.

» Ces pertes me paraissent faciles à éviter en s'astreignant à pratiquer une *culture dérobée pour engrais* : immédiatement après la moisson, il convient de donner un léger labour de déchaumage, et de semer du colza, de

la navette ou toute autre plante d'un développement rapide : les nitrates formés seront saisis par ces plantes et transformés en matière organique. Quand, à la fin de l'automne ou au commencement du printemps, on enfouira ces plantes par les grands labours, on restituera au sol non seulement tout l'azote qu'il aurait perdu, mais il recevra, en outre, une forte fumure organique particulièrement efficace pour certaines espèces. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Delaurier**, M. **L. Daille** adressent diverses Communications relatives aux explosions de grisou dans les mines.

(Commissaires : MM. Daubrée, Haton de la Goupillière, Schützenberger.)

M. **Inglott**, M. **Cannataci**, M. **P. Palma** adressent diverses Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **Vallée** adresse deux lettres relatives à son projet de ballon dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **A. Fortin** adresse de nouvelles Communications concernant les relations entre l'état de notre atmosphère, le magnétisme terrestre et le retour des taches solaires.

(Commissaires : MM. Mascart, Bischoffsheim.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : le Tome II (Observations) et le Tome III (Pluies en France) des « Annales du Bureau central météorologique, année 1888 ». (Présentés par M. Mascart.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Coggia (18 juillet 1890), faites à l'équatorial Brunner de l'observatoire de Toulouse;* par M. E. **Cosserat**. Communiquées par M. Tisserand.

Dates 1890.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	✶ — ★. Asc. droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Juillet 21.......	*a* 1990 BD + 42°	8.3	+0.24,68	+1.19,4	12:16
22.......	*b* 1958 BD + 41°	8.5	−0. 9,63	+4.41,5	10:12

Positions des étoiles.

Dates 1890.	Étoiles.	Asc. droite moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juillet 21..	*a*	9.10.58,70	−0,72	42.31.32,4	4,9	18258 Lal. (Cat. Paris)
22..	*b*	9.18.50,21	−0,69	41.40.55,7	5,0	338 W. H. 9

Positions apparentes de la comète.

Dates 1890.	Temps moyen de Toulouse.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juillet 21.....	9.46.13	9.11.22,66	$\bar{1}$,659	42.32.56,7	0,855
22.....	9.58.12	9.18.39,89	$\bar{1}$,639	41.45.42,2	0,864

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la comète Denning (1890 juillet 23).* Note de M. **Charlois**.

T........... 1890 septembre 24,5740.

π............	262°.22′.17″	Équinoxe moyen 1890,0
☊............	99.45.17	
i............	99. 1.18	
log *q*........	0,102454	

» Ces éléments ont été calculés à l'aide de trois observations faites à Nice, les 24, 28 et 30 juillet 1890. Ils représentent l'observation du milieu de la manière suivante :

O. — C.

$$\cos\beta'\Delta\lambda' = +0'',7, \qquad \Delta\beta' = +6'',8.$$

Éphéméride pour minuit de Paris.

(Positions moyennes 1890,0.)

Dates 1890.	α.	δ.	log r.	log Δ.	I.
	h m s	° ′ ″			
Août 10........	15.19.58	+57.50,6	0,1577	0,1072	1,67
12........	21.24	55. 4,4			
14........	22.54	52.13,1	0,1494	0,0950	1,84
16........	24.26	49.17,4			
18........	26. 1	46.17,6	0,1415	0,0860	1,99
20........	27.38	43.14,8			
22........	29.17	40. 9,4	0,1342	0,0808	2,10
24........	30.57	37. 2,6			
26........	15.32.39	+33.55,0	0,1275	0,0796	2,18

ASTRONOMIE. — *Résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le second trimestre* 1890; par M. **P. Tacchini.**

« Le nombre de jours d'observation a été de 65 pour les taches et les facules, savoir : 19 en avril, 20 en mai et 26 en juin. La série est donc bien comparable avec celle du trimestre précédent.

» Voici les résultats :

	Fréquence relative		Grandeur relative		
1890.	des taches.	des jours sans taches.	des taches.	des facules.	Nombre des groupes par jour.
Avril.....	2,08	0,75	1,40	10,40	0,44
Mai......	2,55	0,54	2,58	25,83	0,71
Juin......	1,35	0,76	0,86	8,10	0,25

» En comparant ces données avec celles du premier trimestre 1890, on voit que le phénomène des taches augmente lentement, et que le nombre de jours sans taches a été plus petit, tandis que la fréquence des trous a été plus grande. Il me semble donc qu'on est sorti de la véritable période du minimum.

» Pour les protubérances solaires, nous avons obtenu les résultats suivants :

1890.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Avril............	19	1,90	35",2	1°,5
Mai.............	20	1,55	37,9	0,9
Juin.............	26	2,42	27,7	1,3

» Le phénomène des protubérances solaires a donc été stationnaire, c'est-à-dire très faible, comme dans le trimestre précédent, ce qui s'accorde avec le retard dans son minimum et avec le minimum des facules. Or, comme la rotation du Soleil a été trouvée la même pendant le maximum et le minimum de l'activité solaire, il en faut évidemment conclure que des causes bien plus puissantes que la rotation solaire doivent régler la période undécennale des phénomènes solaires, causes encore entièrement inconnues. »

PHYSIQUE. — *Sur la densité de l'azote et de l'oxygène d'après Regnault, et la composition de l'air d'après Dumas et Boussingault*. Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Il y a entre les résultats obtenus par Regnault, d'une part, et par Dumas et Boussingault, d'autre part, une contradiction qui m'a frappé.

» Soit x la proportion centésimale en volume de l'oxygène dans l'air ; soient d et d' les densités de l'oxygène et de l'azote. On a l'équation

$$dx + d'(100 - x) = 100;$$

d'où l'on tire

$$x = \frac{100(1 - d')}{d - d'}.$$

» Si l'on remplace d et d' par les nombres de Regnault ($d = 1,10563$ et $d' = 0,97137$), on trouve

$$x = 21,324;$$

d'où la composition centésimale en poids de l'air :

O..........................	23,58
Az.........................	76,42

» Or, d'après Dumas, l'air ne contient que 23 pour 100 d'oxygène (moyenne prise entre des nombres compris entre 22,9 et 23,1).

» A quoi peut-on attribuer cette discordance?

» 1° Il n'est guère admissible que l'air sur lequel a opéré Regnault ait été plus riche en oxygène que l'air normal. D'ailleurs, aucune analyse n'a donné plus de 21 pour 100 d'oxygène en volumes.

» 2° Il n'est pas probable que cette différence soit due à l'inexactitude de la loi du mélange des gaz.

» 3° Il ne paraît pas plus possible d'imputer cette erreur à Dumas et Boussingault; car il faudrait admettre de la part de ces savants une erreur de 5^{cgr} à 10^{cgr} sur chaque pesée.

» 4° Il serait plus facile d'admettre une erreur de la part de Regnault, parce qu'une différence très faible sur les densités correspond à une erreur bien plus considérable sur la composition de l'air.

» Il y a d'ailleurs une infinité de manières de modifier les densités de l'oxygène et de l'azote pour retrouver la composition de l'air; il suffit que les trois quantités d, d' et x satisfassent aux deux équations

$$dx = 23,$$
$$d'(100 - x) = 77.$$

» Entre autres systèmes de solutions, on trouve

(1)	$d = 1,10563$ (admis),	$d' = 0,9722$ (¹);
(2)	$d = 1,1094$,	$d' = 0,97137$ (admis);
(3)	$d = 1,1063$,	$d' = 0,97205$.

» Bien que le système (3) ait l'avantage de faire porter l'erreur également sur d et d', il semble plus logique d'admettre le premier, car :

» 1° Une certaine erreur relative sur d' altère bien plus la composition de l'air qu'une erreur égale sur d;

» 2° Dumas donne pour la densité de l'oxygène le nombre 1,1057 (moyenne des trois résultats 1,1055, 1,1057 et 1,1058), et pour celle de l'azote 0,972.

» J'ai repris dernièrement (²) cette détermination de la densité de l'azote

---

(¹) Ce nombre correspondrait à une erreur de $0^{gr},01$ dans les pesées de Regnault.

(²) Au laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.

et, bien que je ne considère mes expériences que comme préliminaires, je crois utile de les mentionner ici.

» J'ai suivi autant que possible la méthode de Regnault; toutefois, n'ayant à ma disposition qu'une balance de Hempel qui donne le $\frac{1}{20}$ de milligramme, mais ne peut porter que 50^{gr}, j'ai employé un ballon léger d'un quart de litre environ, avec robinet de verre. L'emploi de la pompe à mercure et l'absence complète de fuites me permettaient de tarer d'abord le ballon rempli de gaz, puis une seconde fois, après avoir fait le vide à 1^{mm} près environ, de sorte que *le ballon ne passait pas dans la glace entre les deux pesées*.

» L'azote a été préparé au moyen du cuivre en planures, dépouillé des matières grasses par une oxydation superficielle suivie de réduction par l'hydrogène purifié. Malheureusement, le tube à cuivre s'est cassé à la troisième opération, et la fermeture du laboratoire m'oblige à remettre à quelques mois la continuation de ce travail.

» Voici les derniers nombres que j'ai obtenus comme poids de gaz remplissant le ballon à 0° et sous la pression de 760^{mm} :

Azote.	Air.
mgr	mgr
282,60	290,67
282,85	290,68
	290,76

» D'après ces nombres, la densité de l'azote serait comprise entre 0,972 et 0,973. C'est tout ce qu'il est permis d'en conclure; mais je crois pouvoir l'admettre.

» On voit que l'on peut, même dans les conditions peu avantageuses où je me trouvais placé, obtenir les densités des gaz à moins de $\frac{1}{1000}$ près au moyen d'un très petit ballon. Je compte me servir ultérieurement d'un ballon de 2^{lit}. »

PHYSIQUE. — *Résistance électrique des gaz dans les champs magnétiques.* Note de M. A. WITZ.

« Les premières recherches que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie ([1]), concernant l'action des champs magnétiques sur les tubes de

([1]) Séance du 12 mai 1890.

Geissler, demandaient à être complétées; en effet, après avoir étudié les effets produits par une variation d'intensité du champ et par une variation de position du tube par rapport aux lignes de force du champ, il restait à déterminer l'influence exercée par une modification de pression du gaz dans le tube.

» Ces essais ont été faits dans un cylindre de verre de 2^{cm} de diamètre, pourvu de robinets, se prêtant aussi bien à une compression du gaz qu'à une raréfaction; l'effluve jaillissait entre deux électrodes garnies de cônes en aluminium. Sous une pression de $0^{cm},6$ de mercure, on obtient une effluve violacée; à $230^{cm},1$ une étincelle chaude, brillante et nourrie, forme un trait de feu entre les pointes; pour des pressions intermédiaires, on observe à la fois un effluve et une étincelle. Or, l'action du champ se manifeste aux yeux, dans ces diverses conditions, d'une manière différente: l'effluve est dévié suivant les lois de l'Électrodynamique, l'étincelle ne l'est pas; l'action doit donc être considérable aux faibles pressions, alors qu'elle sera nulle aux pressions élevées.

» Il s'agissait de vérifier l'exactitude de ces déductions.

» Voici les résultats d'expérience obtenus :

	Hors du champ.		Dans un champ de 7200 unités.	
Pression.	Courant.	Diff. de pot.	Courant.	Diff. de pot.
cm	milliamp.	volts	milliamp.	volts
0,607..........	5,86	976	3,91	9787
32,446..........	4,66	2815	2,75	5857
74,610..........	2,79	4669	2,04	4719
76,020..........	3,50	5544	2,05	6919
114,310..........	2,33	8058	1,44	8097
155,51...........	2,16	8731	1,27	9487
230,1............	1,42	12028	0,74	12539

» A la faible pression de $0^{cm},6$ la différence de potentiel est devenue dix fois plus considérable; la variation est nulle, pour ainsi dire, à 3^{kg} de pression. Je crois pouvoir en conclure que *les champs n'exercent d'action que sur l'effluve électrique*.

» L'influence des champs, qui est si grande sur un tube de Geissler, serait donc particulière à la constitution de ce tube et à l'état de raréfaction du gaz qu'il renferme; elle ne se produirait pas sur les gaz libres dans l'espace.

» Il en résulterait une indication précieuse pour l'analyse des phénomènes si complexes observés dans les tubes de Geissler. La similitude des effets produits par un aimant et par l'approche d'un conducteur métallique (voire même par l'approche du doigt) me conduit à proposer une explication nouvelle de ces phénomènes. Cette similitude est frappante, ainsi qu'on peut en juger par un exemple : un tube, renfermant du fluorure de silicium, m'a donné les résultats suivants :

Hors du champ.		Au voisinage d'une masse de fer.		Dans un champ de 11570 unités.	
Courant.	Diff. de pot.	Courant.	Diff. de pot.	Courant.	Diff. de pot.
1,50 milliamp.	2434 volts	1,16 milliamp.	3185 volts	0,99	5730

» Il est vrai que ces effets varient avec la nature du gaz, la forme du tube, la pression, etc., mais on les constate presque toujours sur les tubes à l'état sensitif. Le phénomène serait assez général pour permettre d'attribuer l'action des aimants à une variation de la capacité électrique des tubes de Geissler; ces tubes constitueraient donc de véritables condensateurs, et leur illumination serait le résultat d'une décharge oscillatoire du même genre que celle d'une bouteille de Leyde, dont la période T est fonction de la capacité C de la bouteille et du coefficient L de self-induction du conducteur, dont on suppose la résistance faible, car $T = \pi\sqrt{CL}$. Une variation de la capacité C modifierait donc l'état vibratoire du gaz et serait la cause des différences observées dans les phénomènes lumineux dans les champs magnétiques intenses. »

CHIMIE. — *Réactions des sels d'alcaloïdes.* Note de M. Albert Colson.

« Le principe du travail maximum est d'une utilité incontestable : il permet de prévoir des réactions nouvelles, même sur des corps depuis longtemps usités, témoin l'élégante préparation du gaz bromhydrique par M. Recoura. Suivant M. Berthelot, le principe du travail maximum n'implique pas la nécessité des réactions ; il en indique le sens, quand une énergie étrangère n'intervient pas. Ainsi compris, il est difficile de trouver des exceptions à ce principe. M. Berthelot a, en effet, expliqué pourquoi la combustion du soufre dégage SO^2 et non SO^3 ; d'autre part, les remarquables réactions endothermiques des chlorures et bromures alcalins sur

les sels mercureux, découvertes par M. Ditte, se font à chaud (*Comptes rendus*, juin 1890). M. Berthelot lui-même a rencontré des réactions endothermiques au sein de l'eau, dans l'étude qu'il a faite sur les lois de Berthollet ; aussi insiste-t-il souvent sur la nécessité de considérer la chaleur de formation des sels en dissolution et en dehors des liquides dissolvants (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 434 et 670).

» En étudiant l'action des bases sur les sels dissous, j'ai rencontré quelques réactions endothermiques au sein et en dehors des liquides, à température basse et sensiblement constante :

» 1° L'alcaloïde du poivre, la pipéridine découverte par M. Cahours, est une base très soluble et très forte : elle précipite les sels de chaux solubles. Le déplacement de la chaux par la pipéridine ne peut pas être attribué aux chaleurs de formation des chlorhydrates dissous, car une molécule de pipéridine dissoute (+ HCl diss.) dégage 13^{Cal}, tandis que la chaux, en s'unissant à HCl dans les mêmes conditions, dégage 14^{Cal}. Je vais prouver que l'action de la pipéridine sur le chlorure de calcium dissous ne s'explique pas davantage par la chaleur de formation des sels isolés de l'eau. Comparons, en effet, la pipéridine et l'ammoniaque. La formation du chlorhydrate de pipéridine solide, en partant de la base dissoute (HCl gaz), dégage $31^{Cal},45$. La formation du chlorhydrate d'ammoniaque dans les mêmes conditions correspond à $33^{Cal},85$.

» Si nous envisageons les deux bases dans l'état liquide, la chaleur de combinaison du chlorhydrate d'ammoniaque (38,20) surpasse encore celle du chlorhydrate de pipéridine (37,80).

» Donc, dans tous les cas, le sel de pipéridine est formé avec moins de chaleur que le sel ammoniacal. Si alors la chaleur de formation des sels solides mesurait seule l'affinité, l'ammoniaque serait plus avide d'acide chlorhydrique que la pipéridine, et comme l'ammoniaque est incapable d'enlever HCl au chlorure de calcium dissous, *a fortiori* la pipéridine serait incapable de décomposer ce sel. Nous avons vu, au contraire, que la pipéridine précipite la chaux.

» 2° Voici un second exemple plus concluant, parce qu'il est plus direct :

» L'union de 1 molécule d'aniline avec 1 molécule d'acide chlorhydrique dégage $7^{Cal},4$ (tous corps dissous). Dans les mêmes conditions, la pyridine dégage $5^{Cal},2$. Considérant les bases à l'état liquide, les sels à l'état solide, l'acide gazeux, on trouve pour la chaleur de formation du chlorhydrate

d'aniline $27^{Cal},3$, pour celle du chlorhydrate de pyridine 25^{Cal} au maximum, plus probablement $24^{Cal},9$. Cependant la pyridine chasse immédiatement l'aniline de son chlorhydrate dissous. Le bichlorhydrate de pyridine est tout à fait instable au sein de l'eau, et l'addition d'un excès d'acide chlorhydrique aux chlorhydrates neutres de pyridine et d'aniline provoque des dégagements de chaleur faibles et peu différents; l'existence d'un bichlorhydrate de pyridine n'expliquerait donc point la double décomposition que nous avons constatée.

» Les toluidines et d'autres bases d'aniline fourniraient vraisemblablement d'autres exemples de décomposition totalement endothermiques.

» Les lois de Berthollet semblent donc ici dominer les lois thermiques. En se reportant à la classification des bases que j'ai indiquée (*Comptes rendus*, juillet 1890), la signification de mes recherches se traduit de la façon suivante :

» Pour des bases de même ordre, les lois de Berthollet sont applicables quel que soit le sens des chaleurs dégagées.

» Les nombres qui ont servi aux déterminations qui précèdent sont, les uns empruntés à MM. Berthelot et Louguinine; les autres résultent de mes recherches.

» Pour la pipéridine, j'ai contrôlé la chaleur totale de combinaison, $19^{Cal},37$, indiquée dans une Note précédente, en brisant dans de l'eau acidulée des ampoules enfermant des poids variables de pipéridine. J'ai ainsi trouvé $19^{Cal},38$ et $19^{Cal},43$.

» Le chlorhydrate de pipéridine se dissout dans l'eau avec une absorption de chaleur variant de $0^{Cal},98$ à $1^{Cal},02$.

» Pour la dissolution du chlorhydrate d'aniline, j'ai trouvé une absorption de chaleur comprise entre $2^{Cal},66$ et $2^{Cal},73$. Le chlorhydrate de pyridine solide dégage au contraire de la chaleur en se dissolvant dans l'eau. Un échantillon à peu près neutre de ce sel m'a donné $+ 0^{Cal},15$ pour 1 molécule dissoute dans 1^{lit} d'eau. D'autres échantillons renfermant à peine 1 pour 100 de HCl en excès m'ont donné des nombres variant jusqu'à $+ 0,1$ pour des liqueurs très diluées. J'ai tenu compte, dans les calculs de la chaleur dégagée par la dissolution du sel, de l'excès d'acide chlorhydrique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le partage de l'acide sulfhydrique entre les métaux de deux sels dissous.* Note de M. G. **Chesneau**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Lorsqu'on met en présence de deux corps un troisième capable de se combiner complètement et avec une égale facilité à chacun des deux premiers, il s'effectue un partage du troisième corps entre ceux-ci. Les expériences récentes de MM. Hautefeuille et Margottet sur le partage de l'hydrogène entre le chlore et l'oxygène semblent prouver que la loi de partage est continue et ne présente pas de sauts brusques semblables à ceux qui, d'après Bunsen, caractérisent le partage de l'oxygène entre l'hydrogène et l'oxyde de carbone.

» Je me suis proposé de rechercher de même comment s'effectue la répartition de l'acide sulfhydrique, dissous dans l'eau, entre deux métaux complètement précipitables par cet acide; mes observations ont porté sur le mélange de solutions aqueuses d'acide sulfhydrique, titrées à $\frac{1}{100}$ près, et de solutions d'azotates de plomb et de cuivre, cristallisés et purs, faites à raison de 1 équivalent par litre.

» J'ai d'abord vérifié que la précipitation incomplète ou exacte de ces sels par HS dissous donne bien un monosulfure. Ce fait est surtout important pour le cuivre. On sait que si l'on ajoute un grand excès d'HS dans un sel de cuivre, on obtient un précipité se rassemblant mal et une liqueur brune traversant les filtres; d'après les recherches récentes de MM. Linder et Picton (*Société de Chimie de Londres*, 3 avril 1890), ce serait un sulfhydrate de sulfure que l'on produit ainsi. Il n'en est pas de même quand on traite le sel de cuivre par une quantité d'HS dissous insuffisante pour précipiter tout le métal : la liqueur filtre claire aussitôt après la précipitation, et j'ai constaté que chaque équivalent d'HS précipite exactement 1 équivalent du métal. En outre, le précipité desséché à l'air et traité par le sulfure de carbone ne perd pas de soufre : c'est donc bien un monosulfure CuS.

» Dans les expériences résumées dans cette Note, je me suis borné à faire varier la quantité d'acide sulfhydrique, les azotates de plomb et de cuivre étant pris à poids équivalents égaux. D'après les quantités de chaleur dégagées dans la précipitation par HS dissous des azotates de plomb et de cuivre ($5^{Cal},6$ pour PbO, AzO^5 et $8^{Cal},3$ pour CuO, AzO^5), il est à prévoir que dans un mélange de ces sels à poids équivalents égaux HS

précipitera plus d'équivalents de cuivre que de plomb : c'est, en effet, ce que j'ai constamment observé.

» La *fig.* 1 ci-dessous représente graphiquement les résultats de deux séries d'expériences faites en versant des quantités croissantes d'HS dans des mélanges de $0^{éq},005$ de chacun des azotates :

» A, en filtrant les précipités au bout de cinq à quinze minutes de repos;

» B, en les filtrant aussitôt après la précipitation.

Fig. 1.

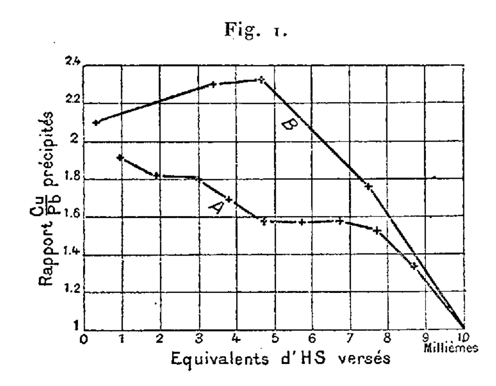
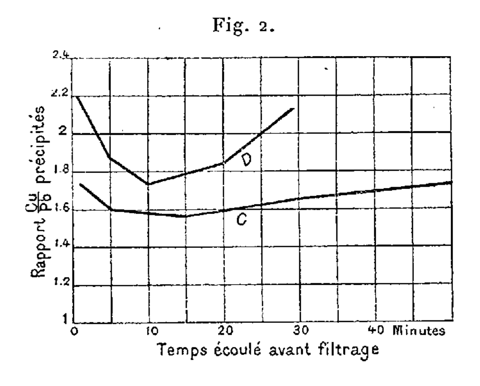


Fig. 2.



» Le rapport du cuivre au plomb précipités, comptés en équivalents, part sensiblement de la même valeur, 2 en moyenne, dans les diagrammes A et B figurant la variation de ce rapport; mais, tandis que dans la série A le rapport $\frac{Cu}{Pb}$ décroît irrégulièrement de 2 à 1 et reste même stationnaire pour HS compris entre 4 et 7, dans la série B, il croît d'abord, atteint un maximum égal à 2,32, puis redescend sans présenter de paliers.

» Plusieurs vérifications faites avec le mélange à équivalents égaux des trois corps m'ayant donné pour le rapport $\frac{Cu}{Pb}$ des valeurs comprises entre 1,57 et 2,32, j'ai été amené à penser que, après la précipitation, il se fait un échange entre le précipité et la liqueur surnageante et que le rapport $\frac{Cu}{Pb}$ se modifie avec le temps.

» J'ai, en effet, vérifié directement ce fait singulier sur le mélange des trois corps à équivalents égaux, en filtrant après des intervalles croissants. Deux séries d'expériences, résumées dans la *fig.* 2 ci-dessus, faites, l'une (C) avec une solution d'HS à $0^{éq},232$ par litre, l'autre (D) avec une solution à $0^{éq},218$ par litre, m'ont montré que le rapport $\frac{Cu}{Pb}$ part d'une

valeur d'autant plus grande que la filtration est plus rapide, diminue, passe par un minimum au bout de dix à quinze minutes, puis augmente lentement, le cuivre déplaçant peu à peu le plomb. Le Tableau ci-dessous contient les chiffres bruts donnés par l'analyse des précipités (en millièmes d'équivalents) :

C. Filtrage.	Cu + Pb précipités.	Rapport $\frac{Cu}{Pb}$.
Immédiat.......	5,03	1,74
Après 5 min....	5,18	1,61
» 15 min....	4,93	1,57
» 30 min....	5,03	1,65
» 72 heures..	4,75	20,20
» 38 jours...	4,12	23,10

D. Filtrage.	Cu + Pb précipités.	Rapport $\frac{Cu}{Pb}$.
Immédiat.......	5,08	2,20
Après 5 min....	4,97	1,88
» 10 min....	5,08	1,73
» 20 min....	5,09	1,84
» 30 min....	4,97	2,15

» La série C montre que l'acide azotique mis en liberté par HS redissout lentement une partie des sulfures. Dans les deux séries, le rapport $\frac{Cu}{Pb}$ n'a pas atteint les mêmes valeurs absolues, mais l'allure curieuse de ses variations est bien la même [1].

» Comme on ne peut exécuter des filtrages dans des conditions identiques, le résultat précédent indique qu'il n'est guère possible d'obtenir avec certitude le mode de répartition de l'acide sulfhydrique entre le plomb et le cuivre, mode qui dépend non seulement des proportions relatives des trois corps, mais encore du temps. La série B des expériences, où les filtrations ont été rendues aussi comparables que possible, semble prouver seulement que la loi de répartition ne présente pas de sauts brusques.

» En résumé, ces premières expériences montrent que, dans la précipitation incomplète par l'acide sulfhydrique des azotates de cuivre et de plomb dissous à poids équivalents égaux, la répartition d'HS entre les deux métaux se fait dans le sens indiqué par les chaleurs de formation des sulfures, et varie progressivement avec la quantité d'HS.

» Le rapport du cuivre au plomb, précipités par HS, varie avec le temps : il décroît d'abord, atteint un minimum au bout de quelques minutes, puis augmente lentement. »

---

[1] Le minimum obtenu ne peut s'expliquer par la formation de sulfhydrates instables, car la somme des équivalents métalliques précipités reste constante au début.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'acétylacétone.* Note de M. **A. Combes**, présentée par M. Friedel.

« On ne connaît actuellement aucun composé présentant une fonction alcoolique directement unie à deux groupements très négatifs comme, par exemple, le groupement carbonyle CO. L'étude des propriétés qu'acquerrait une telle fonction serait pourtant importante, et l'on peut prévoir qu'un groupement (CO–CHOH–CO) pourrait fonctionner comme un acide proprement dit : on trouverait là une preuve synthétique à l'appui de l'hypothèse qui a été faite sur la constitution de certains acides; l'acide camphorique, par exemple, pour lequel M. Friedel a proposé la formule

$$\begin{array}{ccc} & CO^2H & \\ & | & \\ & COH & \\ CH^2 & & CO \\ CH^2 & & CH^2 \\ & CH & \\ & | & \\ & C^3H^7 & \end{array}$$

qui seule rend compte de toutes les propriétés de cet acide, ainsi que des isoméries physiques remarquables qu'il présente. Je me suis donc proposé de rechercher un procédé permettant d'arriver à la synthèse d'un alcool dicétone-β; pour cela, je suis parti de l'acétylacétone

$$CH^3-CO-CH^2-CO-CH^3.$$

» J'ai montré, il y a longtemps, que l'action directe du chlore sur ce composé donnait des substitutions dans les deux groupes méthyles, et qu'il était, sinon impossible, du moins très difficile de substituer du chlore à l'hydrogène du chaînon CH^2 par action directe; en tous les cas, on ne peut, par ce procédé, y arriver qu'après avoir complètement chloré les deux groupes CH^3.

» Tout autre est l'action du chlorure de sulfuryle, qui, comme on le sait, est un agent de chloruration d'un emploi très commode. Les recher-

ches de MM. Genvresse ([1]) et Allhin ([2]) ont montré que l'action ménagée du chlorure de sulfuryle sur l'éther acétylacétique conduisait au dérivé monochloré

$$CH^3-CO-CHCl-CO^2C^2H^5.$$

» J'ai cherché à voir s'il en serait de même sur l'acétylacétone. A 1 molécule d'acétylacétone on ajoute, peu à peu et en refroidissant au début de l'opération, 1 molécule de chlorure de sulfuryle; la réaction, très vive au début, dégage de grandes quantités d'acide chlorhydrique et d'acide sulfureux. Il reste un liquide incolore à odeur très piquante, qu'on peut soumettre immédiatement à la rectification à la pression ordinaire. Après deux ou trois distillations, on obtient un beau liquide incolore très réfringent, insoluble dans l'eau, bouillant de 156° à 158°, et qui possède la composition d'une acétylacétone monochlorée; il est cependant très difficile, par ce moyen, d'obtenir un composé ne renfermant pas un léger excès de chlore. On a en effet trouvé, à l'analyse,

	Trouvé.	Calculé pour $C^5H^7O^2Cl$.
Cl.....................	27,04	26,40

Cela vient de ce qu'il se forme toujours une petite quantité d'acétylacétone dichlorée, qu'on ne peut arriver à séparer complètement par distillation; les points d'ébullition sont, en effet, très voisins.

» Pour obtenir l'acétylacétone monochlorée parfaitement pure, voici comment il convient d'opérer : le produit brut de la réaction est agité avec une solution concentrée d'acétate de cuivre; il se forme un volumineux précipité formé de fines aiguilles soyeuses d'un joli vert pâle. On l'essore à la trompe, puis on le lave à l'eau et à l'alcool, qui ne le dissout que très faiblement à froid.

» Ce composé est le dérivé cuivrique de l'acétylacétone monochlorée

$$(C^5H^6O^2Cl)^2Cu.$$

Pour régénérer l'acétylacétone chlorée, il suffit d'agiter ce sel de cuivre avec de l'acide sulfurique étendu jusqu'à dissolution complète; on épuise ensuite à l'éther, et, par évaporation de ce dissolvant, on obtient de l'acétylacétone chlorée parfaitement pure et bouillant à 156°.

([1]) *Comptes rendus,* t. CVII, p. 687.
([2]) *D. Chem. G.,* t. XII, p. 1298.

» La constitution de ce composé est facile à établir, elle est exprimée par la formule

$$CH^3\text{-}CO\text{-}CHCl\text{-}CO\text{-}CH^3;$$

en effet, si l'on traite encore cette substance par le chlorure de sulfuryle, elle se transforme en un dérivé dichloré

$$C^5H^6O^2Cl^2,$$

que l'on parvient à obtenir sensiblement pur par quelques distillations dans le vide; on arrive à obtenir un liquide bouillant à 87° sous une pression de 18^{mm} à 20^{mm}; or ce composé ne donne plus de dérivés métalliques par aucun procédé; on doit donc lui donner la formule

$$CH^3\text{-}CO\text{-}CCl^2\text{-}CO\text{-}CH^3,$$

ce qui établit, pour le dérivé monochloré, la formule écrite plus haut.

» J'aurai l'honneur, dans une seconde Note, d'exposer à l'Académie comment j'ai réussi à passer de ces dérivés chlorés à l'éther acétique d'un composé possédant les fonctions dicétone-β et alcool [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la sensibilité thermique.* Note de M. **Charles Henry.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un thermomètre étalon, de 0° à 100°, construit avec toute la précision requise par la Société centrale des produits chimiques, présentant, à gauche l'échelle vulgaire, à droite une nouvelle échelle, dont les degrés t sont liés aux degrés centigrades ordinaires θ par la relation

$$t = \frac{\log(\theta + 373) - \log 273}{\frac{\log 373 - \log 273}{100}}.$$

» Des considérations théoriques m'ont conduit (*Association française pour l'avancement des Sciences,* 1889) à attribuer à ce système, fondé sur le principe de Carnot et étudié en 1887 par M. Félix Lucas, une importance psycho-physiologique. L'expérience a justifié ces prévisions.

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Friedel à la Faculté des Sciences.

» Deux bains, dans chacun desquels l'expérimentateur plonge une des mains, d'abord directement, puis en les croisant, toujours simultanément, sont amenés à des températures plus ou moins voisines t, t'. Le dispositif expérimental assure une uniformité et une constance suffisantes de la température de chaque bain, en même temps que l'égalité approximative des surfaces d'immersion de chaque main. Un petit thermomètre témoin détermine, pour une correction nécessaire, la température moyenne de la portion de la tige thermométrique qui émerge du bain. Le sujet doit indiquer, au bout de temps égaux, quelle est la température qui lui paraît la plus élevée. La grandeur ou la petitesse relative de la différence $t - t'$, nécessaire à la perception d'une différence, mesure l'anesthésie ou l'hyperesthésie déterminée par ces températures. On constate que la différence $t - t'$ est objectivement considérable, subjectivement petite, nulle, même négative : 1° quand t ou quand t' est un nombre de la forme 2^n ou $2^n + 1$ (premier), ou produit de 2^n par un ou plusieurs nombres premiers de cette dernière forme (ce qu'indiquent, sur la graduation, des flèches en rouge); 2° quand un ou plusieurs nombres de ces formes, que j'appelle *rythmiques*, sont compris entre t et t'.

» Je citerai seulement quelques faits, parmi les résultats d'environ 200 expériences sur quinze sujets normaux, de sensibilité très inégale. Des astérisques indiquent les nombres rythmiques; des capitales, les sujets; les parenthèses renferment les nombres rythmiques inclus dans l'intervalle des deux températures considérées.

» N'a pu être décidée la température la plus élevée de chacun des intervalles suivants :

» H : 6,4* et 5,6; 7,2 et 6,6 (6,4*); 8,6 et 8,1 (8,5*); 8,8 et 8,4 (8,5*); 9,9 et 9,5 (9,6*); 10,1 et 9,7 (9,6*); 16* et 15*; 17* et 16*; 20,4* et 19,4; 20* et 19,4. — B : 24,6 et 23,8 (24*); 25,9 et 25,5* (25,6*; 25,7*). — C : 21,5 et 20,4*. — G : 30,1 et 28,6 (30*).

» Ont été jugées égales les températures suivantes :

» H : 7,1 et 6,6 (6,8*); 8* et 7,4; 12,2 et 11,8 (12*); 13,2 et 12,7 (12,8*); 19,3 et 18,9 (19,2*). — B : 25,8 et 25,4 (25,5*; 25,6*; 25,7*). — D : 40,2 et 39,5 (40*).

» A été jugé plus grand, par erreur, le second terme de chacun de ces intervalles :

» H : 8* et 7,7; 8,6 et 8,3 (8,5*); 12,3 et 12*; 13 et 12,4 (12,8*); 13,7 et 13,3 (13,6*). — E : 24,3 et 23,9 (24*). — M : 24,4 et 23,5 (24*). — O : 25,7* et 25,5* (25,6*); 32,1 et 31,9 (32*). — P : 41 et 40,8*.

» Au contraire, a été perçu exactement le sens des différences suivantes :

» H : 7,3 et 7; 8,8 et 8,6; 9,3 et 8,9; 11,2 et 11; 14,5 et 14,3; 15,9 et 15,7; 16,5 et 16,4. — B : 25,9 et 25,8; 30,6 et 30,5. — C : 20,7 et 20,5. — G : 31,5 et 31,1. — D : 45,2 et 45,1. — E : 23,25 et 23,1. — M : 22,4 et 22. — O : 28,3 et 28,2. — P : 42,15 et 42,1.

» En résumé, les températures rythmiques dans les limites de 6°-52° sont anesthésiantes ou calmantes; il y a là une indication pour l'hygiène et la thérapeutique. J'espère pouvoir apporter prochainement des preuves que des effets analogues, en général, inséparables d'un accroissement des réactions motrices, correspondent plus ou moins directement à ces nombres dans d'autres domaines de la sensibilité. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches expérimentales sur les troubles nerveux du saturnisme chronique et sur les causes déterminantes de leur apparition.* Note de MM. **Combemale** et **François**, présentée par M. Charcot.

« Au cours de recherches expérimentales sur l'intoxication saturnine chronique chez le chien, nous avons constaté certains faits qui méritent d'être rapportés.

» Notre attention a été d'abord attirée par la précocité de l'apparition de divers phénomènes d'ordre nerveux. Six chiens, prenant chaque jour de $0^{gr},01$ à $0^{gr},05$ de chlorure de plomb, présentaient au bout d'un mois de cette intoxication, quelquefois même plus tôt, des signes évidents d'encéphalopathie ou de myélopathie saturnine. Cette sensibilité du chien pour les manifestations nerveuses de l'empoisonnement par le plomb a été le point de départ de recherches plus précises, dont l'exposé suit.

» Nous avons constaté ensuite que ces phénomènes d'ordre nerveux consistaient le plus souvent en accès de peur intenses, pendant lesquels l'animal s'enfuyait et se cachait, inoffensif pour les personnes qui l'approchaient. Cet apeurement s'accompagnait toujours d'hallucinations ou d'illusions de la vue, qui déterminaient la fuite et des aboiements anxieux caractéristiques; il n'a jamais été constaté de troubles sensoriels de l'ouïe et des autres sens.

» Un autre ordre de phénomènes nerveux, non moins important par sa fréquence et la portée de ses applications cliniques, c'est l'épilepsie qu'amenait le saturnisme chronique. L'attaque, isolée ou répétée plusieurs fois

dans la journée, était toujours suffisamment caractérisée : si le cri initial était rare, les mouvements toniques et cloniques s'observaient toujours intenses et prolongés; la période de stertor manquait rarement, et alors était remplacée par des modifications éphémères du caractère de l'animal, qui devenait méchant, dangereux même à approcher. Enfin, l'état de mal épileptique qui s'est présenté chez l'un de nos chiens, qui a succombé en quelques heures à une série ininterrompue d'attaques, vient compléter, ce nous semble, la valeur et l'importance de cet ordre de perturbations nerveuses.

» Survenant le plus souvent comme seul phénomène nerveux du saturnisme chronique, ou bien alternant avec les accès de peur, ces attaques étaient aussi remplacées parfois par des mouvements choréiformes limités à une moitié du corps, et même à un membre ou à une moitié de la face. Tous les animaux qui ont présenté ces mouvements rythmés ou arythmiques choréiformes ont succombé rapidement, bien que, dès l'apparition de ces troubles nerveux, on ait suspendu l'intoxication par le plomb.

» A ces divers phénomènes d'origine nerveuse centrale, nous pourrions en ajouter d'autres moins importants, mais nous désirons nous borner à signaler l'étude plus approfondie que nous avons faite des trois susnommés. Il nous a, en effet, été possible de provoquer à volonté chez nos animaux l'apparition de ces troubles nerveux, chaque chien réagissant, bien entendu, suivant son mode le plus habituel, aux causes provocatrices, et ne faisant pas, par exemple, de l'épilepsie à la place de son apeurement accoutumé.

» L'observation clinique montre quotidiennement qu'un excès de boisson passager, qu'une émotion morale, un excès de fatigue prolongé font éclater la colique saturnine chez un homme sous le coup de l'intoxication aiguë ou chronique par le plomb. Reportant ce fait clinique dans l'expérimentation, nous avons pensé que les chiens, si sensibles à la forme nerveuse du saturnisme, affirmeraient cette sensibilité par l'apparition des phénomènes nerveux que nous avons si souvent constatés. Les faits sont venus corroborer cette opinion.

» Deux chiens préalablement soumis à des prises quotidiennes de $0^{gr},02$, $0^{gr},04$ et $0^{gr},05$ de chlorure de plomb sont amenés, sans incidents nerveux dignes d'être notés, à la période probable pendant laquelle les manifestations névrosiques se montreront. A ce moment, on leur fait ingérer, suffisamment dilués dans l'eau, 2^{gr} d'alcool absolu par kilogramme du poids de leur corps; quelques heures après, alors que l'ivresse a à peine cessé, mais mieux vingt ou vingt-quatre heures après, apparaissent les attaques

épileptiformes ou les accès de peur; ces phénomènes se répètent pendant deux ou trois jours et disparaissent ensuite pour une assez longue période de temps, bien que l'intoxication n'ait pas été suspendue.

» L'ivresse n'est pas la seule cause provocatrice qui ait réussi à amener l'apparition de ces manifestations nerveuses. Lors d'une même période d'intoxication que pour l'expérience ci-dessus, l'imminence d'une correction chez un troisième chien a suffi pour déterminer les convulsions épileptiques; enfin, le simple cathétérisme chez l'un des deux premiers chiens nous a fait assister à une attaque épileptiforme particulièrement intense.

» Ces deux dernières causes ne présentent peut-être pas toute la rigueur scientifique désirable, puisque, n'ayant pu réussir à les reproduire, le rapport immédiat de cause à effet n'est plus aussi évident que pour le cas de l'ivresse. Mais en ce qui concerne l'influence de l'ivresse sur l'apparition de l'épilepsie saturnine, nous sommes particulièrement affirmatifs, l'expérience ayant été répétée deux et trois fois sur les deux animaux précités, et chaque fois les mêmes phénomènes s'étant reproduits comme nous venons de les rapporter.

» Ces résultats expérimentaux sont particulièrement intéressants à cause de la confirmation qu'ils donnent à l'observation clinique, à cause aussi des déductions théoriques qui en découlent. L'apparition de l'épilepsie saturnine, en effet, au cours d'un traumatisme, à l'occasion de l'ivresse ou sous l'influence d'une émotion morale vive est constatée fréquemment, quoique moins souvent que celle de la colique saturnine. De plus, sans vouloir faire de rapprochement entre la colique de plomb et l'encéphalopathie saturnine au point de vue de leur nature névrosique, ces faits, dus à l'expérimentation pure, autorisent cependant à supposer, dans la pathogénie de ces phénomènes, une modalité commune que certains cliniciens avaient déjà entrevue. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les combinaisons de l'hémoglobine avec l'acide carbonique et avec un mélange d'acide carbonique et d'oxygène.* Note de M. **Christian Bohr**, présentée par M. A. Chauveau.

« I. Après que MM. Selschenow, Mathieu et Urbain et Zantz eurent montré que l'hémoglobine peut former avec l'*acide carbonique* une combinaison dissociable, j'ai, dans un Mémoire précédent ([1]), établi plus exactement la quantité d'acide carbonique fixée par gramme d'hémoglobine débarrassée de toute trace d'alcali, et déterminé à 18° la courbe de disso-

---

([1]) *Festgabe C. Ludwig gewidmet*, 1887, p. 164.

ciation, qui, de même que celle de l'oxyhémoglobine, est une courbe qui tourne sa concavité vers l'axe des abscisses, mais dont les ordonnées, avec une pression croissante, ne croissent pas cependant aussi rapidement. Il résulte des recherches poursuivies ici, au laboratoire de Physiologie, que la carbohémoglobine, de même que l'oxyhémoglobine, comprend plusieurs combinaisons voisines, dont les courbes de dissociation ont à peu près la même forme, et dans lesquelles la proportion d'acide carbonique, faiblement combiné, varie. On a observé les combinaisons suivantes :

» 1. Une hémoglobine qui, à une pression de CO^2 égale à 60^{mm} et à une température de 18°, fixe environ 3^{cc} de CO^2, mesurés à 0° et 760^{mm} (carbohémoglobine γ) ([1]).

» 2. Une hémoglobine qui, à la même pression et à la même température, fixe environ 6^{cc} de CO^2 (carbohémoglobine δ).

» 3. Une hémoglobine observée par M. Jobin ([2]) qui, dans les mêmes conditions extérieures, fixe environ $1^{cc},5$ de CO^2 (carbohémoglobine β).

» Nous avons donc ici une analogie avec les combinaisons indiquées dans une Communication précédente entre l'oxygène et l'hémoglobine.

» II. Si l'on secoue une solution d'hémoglobine avec un *mélange d'oxygène et d'acide carbonique*, l'hémoglobine absorbe aussi bien de l'oxygène que de l'acide carbonique, en formant avec eux une combinaison lâche, et cela comme si chaque gaz était seul (par conséquent suivant la loi des pressions partielles). Exemples : une hémoglobine a, dans de l'oxygène pur, sous la pression de 21^{mm} et à la température de 18°, absorbé par gramme $1^{cc},2$ de ce gaz; la même hémoglobine, dans un mélange d'oxygène et d'acide carbonique, a absorbé, sous la pression de 21^{mm}, 1^{cc} d'oxygène, et sous la pression de 43^{mm}, $2^{cc},6$ d'acide carbonique, quantité que la carbohémoglobine γ avait aussi absorbée dans des expériences précédentes faites dans de l'acide carbonique pur, les conditions extérieures étant d'ailleurs les mêmes. L'hémoglobine peut absorber de l'oxygène, même en présence de la carbohémoglobine δ, la combinaison la plus riche en acide carbonique. La quantité d'oxygène absorbée, comme le montre l'exemple ci-dessus, peut correspondre à l'oxyhémoglobine γ; mais il n'est pas rare qu'on trouve une combinaison moins riche en oxygène, correspondant à l'oxyhémoglobine β.

---

(1) *Loc. cit.*

(2) S. Jobin, *Archiv. für Anat. und Physiolog.*, 1889, p. 265.

» Le spectre des solutions d'hémoglobine employé était, après les expériences, le spectre ordinaire de l'oxyhémoglobine.

» Comme l'acide carbonique et l'oxygène sont absorbés indépendamment l'un de l'autre, on doit admettre qu'ils sont fixés par des parties différentes de l'hémoglobine.

» Mes expériences montrent qu'il est possible que l'hémoglobine absorbe de l'acide carbonique dans le sang artériel, bien qu'il soit presque saturé d'oxygène. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la coloration de la soie par les aliments.* Note de M. **Louis Blanc**, présentée par M. Chauveau.

« Depuis longtemps, il a été dit que, en soumettant les vers à soie à une alimentation colorée, particulièrement par l'indigo et la garance, on peut obtenir des cocons présentant la couleur de la substance employée. Dans ces derniers temps, M. Villon [1] a annoncé qu'il avait obtenu ce résultat avec l'indigo, la garance et la cochenille; peu après, M. E. Blanchard [2] a rappelé ses expériences antérieures, qui avaient eu le même succès. Ce dernier observateur dit même que « la substance qui s'accu- » mule dans les glandes entraînant avec elle quelque peu de la matière » colorante, son passage à travers les parois se trouvait, en certains cas, » absolument manifeste ». Considérant comme un fait acquis la possibilité de colorer la soie *in situ*, grâce à une alimentation appropriée, nous avons repris ces essais dans un but spécial. Mais nous avons abouti à des résultats que nous croyons devoir signaler.

» Les nombreuses matières colorantes que nous avons employées, d'origine végétale ou dérivées de l'aniline, étaient, les unes pulvérulentes, les autres dissoutes ou en suspension dans l'eau. Les premières seules nous ont donné un résultat positif.

» Des vers qui absorbaient de l'indigo finement pulvérisé ont évolué assez péniblement et n'ont pas donné de cocon; ils ont ébauché leur trame, puis se sont arrêtés et sont morts. Le peu de soie qu'ils ont fournie était

---

(1) Villon, *La Soie*, 1890.

(2) E. Blanchard, *Sur la production artificielle de la soie* (*Comptes rendus*, 14 avril 1890).

nettement bleuâtre, mais elle a été détruite par accident, et nous n'avons pu l'étudier d'une façon particulière.

» Quant aux vers nourris avec des feuilles saupoudrées de carmin, ils ont donné une dizaine de cocons de couleur orange, parsemée de plaques plus rouges, et un échantillon très nettement rouge. Mais la dissection de plusieurs de ces vers au cinquième âge a permis de constater que, dans l'appareil séricigène, la soie ne présentait nullement une couleur anomale, et, d'autre part, l'examen microscopique de la soie a montré que la matière colorante rouge était représentée par des granules de carmin fixés sur le grès, c'est-à-dire tout à fait à la surface de la bave. Celle-ci n'était pas colorée.

» Il résulte de ces constatations que cette soie avait été souillée, à mesure que le cocon s'édifiait, par la poussière de carmin dont le ver était abondamment sali. Cette poussière s'est collée au grès encore visqueux qui entoure les fils de soie, et c'est ainsi que le cocon a été coloré. Il est donc permis de supposer que les auteurs qui ont annoncé avoir obtenu de la soie colorée avaient simplement des cocons souillés par les matières pulvérulentes données aux vers, et non pas de la soie teinte dans l'organisme.

» M. E. Blanchard dit, il est vrai, avoir vu la matière colorante passer à travers les parois des glandes à soie. Nous ne pouvons nous expliquer ce phénomène; car, avec les substances les plus facilement diffusibles, nous n'avons jamais pu obtenir de la soie colorée en place. Bien plus, avec les colorants végétaux solubles, nous n'avons même jamais constaté l'absorption de ces substances et leur passage dans le liquide cavitaire.

» Quant aux colorants dissous ou en suspension dans l'eau, ils n'ont donné aucun résultat. La fuchsine a cependant déterminé des phénomènes intéressants. Elle a été absorbée, a coloré le liquide lymphatique, et les divers organes baignés par celui-ci ont fixé une proportion variable de matière colorante. L'examen microscopique montre que, dans les fibres musculaires striées, la coloration siège sur le protoplasma, qui est assez abondant, et un peu sur les fibrilles, tandis que les noyaux sont incolores.

» Dans les cellules de l'épithélium intestinal, des glandes salivaires, du corps adipeux, et des tubes de Malpighi, le protoplasma est encore seul coloré. L'appareil séricigène présente une coloration nette. Le tube sécréteur a une couleur gris rosé, siégeant sur le protoplasma; les nombreuses granulations de soie que renferme celui-ci et les noyaux ramifiés sont incolores. A partir du réservoir, la coloration devient de plus en plus

intense. Là encore, le protoplasma des cellules a seul fixé la fuchsine. Enfin, le tube excréteur est à peine coloré. Le contenu de la glande n'a pas subi l'action de la fuchsine; par l'orifice du canal excréteur rompu, la soie sort absolument incolore.

» La fuchsine absorbée par les éléments vivants du ver se fixe donc uniquement sur le protoplasma, et les noyaux résistent à son action. En outre, quoique chargé de matière colorante, le protoplasma des cellules sécrétant la soie fabrique cette substance et l'excrète sans lui communiquer de coloration.

» En résumé, quelques matières colorantes très solubles et très diffusibles, telles que la fuchsine, sont seules susceptibles d'être absorbées par l'épithélium intestinal du ver à soie; ces substances peuvent alors colorer les cellules des organes sécréteurs de la soie, mais ne colorent pas le produit de sécrétion. Les soies colorées que l'on a obtenues en soumettant les vers à une alimentation appropriée ne sont très probablement que des soies chargées extérieurement de poussières colorantes. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la division cellulaire chez le* Spirogyra orthospira *et sur la réintégration des matières chromatiques refoulées aux pôles du fuseau.* Note de M. **Degagny**.

« Je fixe en exposant les filaments quelques minutes aux vapeurs osmiques, et en les plongeant douze heures dans le liquide chromo-formo-osmique, analogue à celui de Flemming. Je les lave plusieurs fois et je les conserve dans une solution étendue de glycérine dans l'eau, que je laisse doucement évaporer. Pour colorer, je me sers d'une même solution de glycérine et d'eau teinte par le vert de méthyle acétifié et la fuchsine. Les colorations très lentes sont les meilleures, les résultats obtenus laissent bien loin ceux que donne l'alcool absolu, qui supprime en partie l'électivité aux couleurs.

» Sur des préparations très nettes, on constate les faits suivants, dont les plus importants n'ont pas été vus par les divers observateurs qui ont étudié la division cellulaire chez le *Spirogyra*.

» Le noyau au repos contient un nucléole coloré en rouge par la fuchsine, et des granulations colorées en vert jaunâtre, reliées entre elles par une substance plasmique visqueuse, non colorable, qui se contracte peu dans la fixation, et prend, entre les granulations, la forme de fils plus ou moins épais et réguliers.

» Le nucléole ne contient donc pas toutes les matières chromatiques du noyau, comme l'a dit récemment Meunier; celles-ci, colorables en deux couleurs, sont réparties dans le nucléole et dans le caryoplasma, suivant la description donnée par Strasburger.

» Bientôt apparaissent les premiers indices de la division sous forme de granulations et de petits boyaux homogènes colorés en rouge, dans les préparations; ces matières se détachent visiblement du nucléole, dont les contours deviennent irréguliers, lacérés, par suite des pertes de substance qu'il subit à chaque instant.

» Puis, à un certain moment, et c'est là le premier fait resté inaperçu, mais non encore le plus important, le noyau est débarrassé de toutes les matières chromatiques qui s'y trouvaient précédemment en dehors du nucléole; son diamètre a doublé, quelquefois triplé, et il s'est formé, dans son intérieur, des fils achromatiques qui traversent la membrane dont la dissolution commence à se faire sur les faces tournées vers les pôles futurs, comme l'a dit Meunier, et sur le trajet précisément des fils achromatiques nouvellement formés.

» Que sont devenues les matières chromatiques que le noyau renfermait? Nous les retrouverons tout à l'heure, et ce sera le fait remarquable de cette Note.

» Aux deux pôles futurs, en dehors de la membrane qui commence à se dissoudre vis-à-vis d'eux, apparaissent bientôt des masses protoplasmiques qui n'y existaient pas auparavant; on y voit de nombreuses granulations, colorables en rouge plus intense et plus vif que les granulations cytoplasmiques qui existent ailleurs dans la cellule. C'est alors que le fuseau se forme, la plupart du temps. Pas toujours; car chez le *Spirogyra,* dans les longues cellules tout au moins, les fils achromatiques conservent souvent une direction parallèle les unes par rapport aux autres.

» Bientôt les matières chromatiques qui forment la plaque nucléaire se séparent en deux, et, en suivant les fils devenus progressivement achromatiques, elles se rapprochent des pôles, ou plutôt des granulations colorées en rouge, mêlées aux matières plasmiques dont j'ai parlé plus haut.

» Voici maintenant le fait intéressant, dont aucun observateur n'a encore parlé, et que j'ai trouvé grâce à une technique nouvelle.

» Les granulations colorées en rouge, disséminées précédemment dans les masses protoplasmiques accumulées aux pôles, se concentrent au fur et à mesure que les deux moitiés de la plaque nucléaire approchent. Elles se réunissent de manière à former un disque plus ou moins complet, au-

près duquel vient se placer chaque moitié de nucléole. A ce moment, la membrane nucléaire, colorée en rouge pâle, commence à réapparaître à l'opposé du disque : Meunier l'a vue et l'a décrite sous le nom de *vésicule claire;* de sorte que chaque moitié de nucléole est entourée, du côté externe par le disque des granulations, du côté interne par la membrane nucléaire à l'état naissant.

» Bientôt les granulations du disque externe se fondent, diffluent et forment, sur toute la partie externe du noyau en voie de restauration, une membrane épaisse fortement colorée en rouge, comme le nucléole. Peu après, le noyau est reformé.

» Il est reformé par la réintégration d'une partie non employée des matières chromatiques précédemment expulsées, refoulées aux pôles, à travers la membrane qu'elles ont dissoute progressivement sur leur passage, en formant les fils achromatiques, puis les masses plasmiques rassemblées aux pôles.

» Je dois me borner dans cette Note à ces simples détails, résumés d'observations qui m'en ont fourni d'autres très intéressants au point de vue de la division du noyau et de la formation du protoplasma. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le traitement du Black-Rot.* Note de M. **A. DE L'ÉCLUSE**, présentée par M. Duchartre.

« Lorsque, dans les derniers jours de mai 1889, j'ai commencé mes expériences, à Bachères, sous les auspices du Comité central de Lot-et-Garonne, on savait que le cuivre agissait contre le Black-Rot, mais personne n'était arrivé à préserver plus de 20 à 25 pour 100 de la récolte. Avec une perte aussi considérable, uniquement due à cette maladie, et qui n'atténuait pas celles qu'occasionnaient la gelée, la grêle, la coulure et les autres parasites, la viticulture serait devenue impossible sur la plus grande étendue du territoire français, si elle n'avait pu être évitée.

» Les études expérimentales que j'ai organisées à Bachères, et qui ont été conduites suivant des principes nouveaux, m'ont amené à des résultats complets, alors que des rangées toutes voisines, non traitées et laissées comme témoins, avaient perdu la presque totalité de leurs fruits.

» Le traitement que j'ai appliqué repose sur ces deux observations :

» 1° Que les sporidies, au moment de la déhiscence de l'asque, sont projetées de bas en haut et peuvent atteindre la face inférieure de la feuille, aussi bien que toutes les autres surfaces vertes de la Vigne;

» 2° Que les stylospores n'arrivent à la grappe de verjus qu'après avoir été entraînées par l'eau de pluie ou la rosée plus ou moins chargée d'acide carbonique ou de carbonate d'ammoniaque.

» Si toutes les surfaces des organes verts de la Vigne sont rigoureusement couvertes d'un composé cuprique soluble, ou d'oxyde de cuivre pouvant se transformer aisément en carbonate ou en ammoniure dans les eaux météoriques, les sporidies et les stylospores perdront, au contact de ces combinaisons, la faculté de germer, et le fruit restera indemne.

» On peut donc, par un traitement appliqué au moins douze jours avant le moment où doivent apparaître les premières taches de Black-Rot sur les feuilles, et en maintenant, à partir de cette époque, jusqu'à la véraison, un composé cuprique sur tous les organes verts, garantir sûrement la Vigne contre les taches sur les feuilles et lui conserver ses raisins.

» Mais, si le premier traitement a été différé et que les feuilles soient déjà recouvertes de taches, on pourra encore préserver les grappes, *dont le pédoncule n'aura pas été atteint,* par un traitement fait une quinzaine de jours avant la première apparition des grains contaminés.

» Pour obtenir un succès complet dans les deux cas, il faut que toutes les surfaces vertes de la Vigne, toutes absolument, soient constamment recouvertes de composé cuprique depuis le premier traitement jusqu'à la véraison.

» Avant mes expériences et l'interprétation que je leur ai donnée, on ne se préoccupait, comme lorsqu'il s'agit de combattre le Mildew, que de recouvrir la face supérieure de la feuille. Ce traitement partiel ne donnait qu'une préservation incertaine et plus ou moins incomplète. On croyait également que l'efficacité des sels de cuivre était étroitement liée à une application faite avant que la première tache ait apparu sur les feuilles. J'ai acquis la certitude que cette condition n'est pas nécessaire. Le cuivre agit aussi sûrement contre la stylospore des pycnides des feuilles que contre la sporidie. »

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 juillet 1890.

(*Suite.*)

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal; vol. XXI, année 1889; *par* le Dr H. Hildebrand Hildebrandsson. Upsal, Edv. Berling, 1889-1890; br. in-4°.

Anales de la Oficina meteorologica Argentina; por su director Gualtero G. Davis. Tomo VII. *Climas de villa Formosa, Chubut y ciudad de San Juan.* Buenos Aires, Pablo E. Coni é Hijos, 1889; 1 vol. in-4°.

The histology and development of the eye in the lobster; by G.-H. Parker. Cambridge, U. S. A. Printed of the Museum of comparative Zoology at Harvard College; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

On aphasia and the localisation of the faculty of speech; by Frederic Bateman. London, J.-R.-A. Churchill, 1890; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, de l'année 1891).

Ouvrages reçus dans la séance du 28 juillet 1890.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, publiés sous l'autorité du Comité international par le Directeur du Bureau; Tome VII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; 1 vol. gr. in-4°.

Géographie de l'Éthiopie : ce que j'ai entendu, faisant suite à ce que j'ai vu; par Antoine d'Abbadie. Premier Volume. Paris, Gustave Mesnil, 1890; 1 vol. in-4°.

Traité des machines à vapeur; par Francesco Sinigaglia, traduit de l'italien par E. de Billy. Paris, Octave Doin, 1890; 1 vol. in-8°.

Description de la faune jurassique du Portugal. — Embranchement des Échinodermes; par P. de Loriol. Premier fascicule : *Échinides réguliers ou endocycliques.* Lisbonne, imprimerie de l'Académie royale des Sciences, 1890; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France. 3e série, tome XVIII, 1890, n° 4; br. in-8°.

Mémoires de la Société académique de l'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube. Tome XXVI, troisième série, année 1889. Troyes, Dufour-Bouquot; 1 vol. gr. in-8°.

Sur les équations fondamentales de l'Électrodynamique pour les corps en repos; par M. H. Hertz (*Archives des Sciences physiques et naturelles de Lausanne.* Troisième période. Tome XXIV, n° 7, 15 juillet 1890).

Revue géologique suisse pour l'année 1889; *par* Ernest Favre et Hans Schardt. XX. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1890; br. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1890. Tome III, deuxième et troisième Partie. Paris, au siège de la Société, 1890; gr. in-8°.

Études de Géographie et d'Histoire naturelle; par P. de Tchihatchef. Florence, Louis Niccolai, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Atti della Società italiana di Scienze naturali. Volume XXXII, fascicolo I-fascicolo IV. Milano, Bernardoni, 1889-1890; 6 br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 aout 1890.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique : II, *Observations;* III, *Pluies en France,* Observations publiées avec la coopération du Ministère des Travaux publics. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; in-4°.

Recherches cliniques et expérimentales sur les accidents survenant par l'emploi des scaphandres; par le Dr Michel Catsaras. Paris, Bureaux du *Progrès médical,* 1890; in-8°. (Présenté par M. Charcot.) (Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie, fondation Montyon, pour 1891.)

Guide médical à l'Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris; par* Marcel Baudoin. Paris, *Progrès médical,* 1889; in-8°. (Présenté par M. Charcot.)

Bulletin de la Société philomathique de Paris, huitième série, t. II, n° 2, 1890-1891. Paris, 1890; in-8°.

Determinazione della differenza di longitudine, tra gli osservatorii astronomici di Milano e di Torino, mediante osservazioni fatte nel 1885, *da* Michele Rajna et Francesco Porro. Ulrico Hoepli, Milano, Napoli, 1890; br. in-4°.

Annual Report of the New-York meteorological observatory; par Daniel Draper, director; br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 7 juillet 1890.)

Note de M. *Henri Lasne*, Corrélation entre les diaclases et les rideaux des environs de Doullens :

Page 74, ligne 7 en remontant, *au lieu de* nivellement, *lisez* ruissellement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AOUT 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Équilibres et déplacements réciproques des alcalis volatils;* par M. **Berthelot**.

« La Statique chimique est régie par deux principes : celui du travail maximum, qui tient compte seulement des énergies intérieures des systèmes et détermine les réactions exothermiques; tandis que celui de la dissociation fait intervenir les énergies calorifiques extérieures et détermine les réactions endothermiques. Le concours de ces deux principes a permis d'expliquer tous les phénomènes chimiques, et spécialement les actions réciproques des acides et des bases dans l'état de dissolution, actions sur lesquelles les conceptions anciennes ne fournissaient que des notions vagues ou inexactes : les méthodes de la Thermochimie ont précisé les faits

et ses principes les ont expliqués. Il paraît opportun d'entrer à cet égard dans de nouveaux détails, afin d'éclaircir certaines difficultés et confusions, amenées par l'obligation, souvent mal comprise, de tenir compte du jeu simultané de deux lois différentes dans l'interprétation des faits.

» Plusieurs cas peuvent avoir lieu.

» Si les corps initiaux ou produits n'éprouvent aucune dissociation et s'ils sont dans les conditions favorables à la mise en train de la réaction, c'est la grandeur des chaleurs dégagées qui détermine uniquement les phénomènes.

» Mais si certains des corps initiaux ou produits sont susceptibles de dissociation, il faut tenir compte de l'existence et du degré de cette dissociation. Soit, par exemple, un sel dissous, mais en partie dissocié en acide et base libres, le tout formant un système en équilibre; mettons en présence une autre base : quelle qu'en soit la force relative, elle tendra nécessairement à s'emparer de la fraction d'acide libre, résultant de la dissociation du sel antagoniste.

» Par suite, l'équilibre primitif sera troublé et une nouvelle dose du sel initial se dissociera, en régénérant quelque proportion d'acide; laquelle sera prise à son tour par la seconde base, et ainsi de suite. Si le sel de la seconde base est susceptible d'être éliminé par insolubilité ou volatilité, nous entrerons dans l'application des lois de Berthollet. S'il est, au contraire, soluble et s'il demeure en présence des corps primitifs, sans éprouver lui-même aucune dissociation, il tendra à se produire en totalité dans les liqueurs; la base dont le sel est dissocié étant en définitive déplacée par la base qui forme un sel non dissocié. Suivant que la seconde base dégagera plus de chaleur que la première ou moins, la réaction complète pourra être soit exothermique, soit endothermique. Dans les deux cas pareillement, elle est la conséquence nécessaire du jeu de la dissociation, concourant avec celui du principe du travail maximum : la première décompose le sel en acide et base, et la seconde combine l'acide, au fur et à mesure de sa mise en liberté, avec l'autre base.

» La plupart des déplacements de ce genre dégagent de la chaleur. Cependant il peut en exister qui absorbent de la chaleur : c'est ce que montrent, en fait, les réactions du carbonate de soude dissous, agissant à la température ordinaire sur le chlorhydrate ou le sulfate d'ammoniaque dissous, lesquelles aboutissent à la formation d'un composé non dissocié (chlorure ou sulfate sodique), donnant lieu à la plus forte absorption de chaleur

possible. J'ai découvert ces faits ([1]), et j'en ai donné l'interprétation, qui présente un caractère d'évidence et de nécessité.

» Le plus souvent, il arrive que le sel formé par la seconde base est, lui aussi, dissocié. Par suite, il ne saurait se produire en totalité; du jeu de cette double dissociation résulte un certain équilibre entre les deux bases et l'acide, qu'elles se partagent en raison du coefficient de dissociation propre à chacun des deux sels qui coexistent.

» Deux réactions contraires, selon le sel pris pour point de départ, aboutissent à ce même équilibre, et le résultat en est tantôt exothermique, tantôt endothermique, suivant que l'on oppose à la base la plus forte le sel formé par la base la plus faible, ou inversement : j'ai déjà signalé des effets de ce genre en opposant la triméthylamine à l'ammoniaque ([2]), et même l'aniline (ce Volume, p. 139). On doit en rapprocher également les réactions que j'ai observées entre sels alcalins et sels ammoniacaux de deux acides faibles ([3]). Je vais en produire de nouveaux, que j'ai reconnus en étudiant méthodiquement les réactions de la pipéridine et de la pyridine; elles jettent une nouvelle lumière sur les lois générales de la Mécanique chimique et elles lèvent certaines contradictions que l'on a soulevées à tort contre ces lois.

» Pipéridine, $C^{10}H^{11}Az$. — C'est une base tertiaire, qui bleuit fortement le tournesol. Déterminons d'abord son action sur l'eau et sur les acides, avant de l'opposer aux autres bases.

» *Action de l'eau.*

$C^{10}H^{11}Az$ liquide $+ 300H^2O^2$, à 21°, dégage .... $+6^{Cal},46$

Cette action est progressive : car on a obtenu en présence de

$$2\tfrac{1}{3}HO : +1^{Cal},6; \quad 6HO : +2^{Cal},3; \quad 18HO : +3^{Cal},5.$$

Ces résultats accusent la formation d'un hydrate, en partie dissocié, et dont la dose augmente suivant une loi hyperbolique, avec la proportion d'eau; la chaleur dégagée depuis 6HO jusqu'à 600HO croît en même temps de $+4^{Cal},2$.

» La pipéridine se comporte à cet égard comme la triméthylamine ([4]),

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, p. 496 et suivantes.
([2]) *Ibid.*, 6e série, t. XXIII, p. 250.
([3]) *Ibid.*, 4e série, t. XXIX, p. 506.
([4]) *Ibid.*, 5e série, t. XXIII, p. 247.

dont la dilution, en croissant indéfiniment depuis 7HO, dégage en tout $+3^{Cal},8$; tandis que l'ammoniaque, à partir de 7HO, dégage seulement $+0^{Cal},32$.

» Les bases tertiaires manifestent ainsi d'une façon déjà très marquée la tendance à fixer les éléments de l'eau qui caractérise surtout les bases du quatrième ordre, dérivées de l'oxyde d'ammonium. De là cette conséquence importante, pour les bases qui forment des hydrates en partie dissociés : leur chaleur de neutralisation par les acides est, en réalité, la somme de deux quantités distinctes, dont l'une répond à la base anhydre et surpasse le chiffre apparent donné par l'observation

» *Acide chlorhydrique.*

$C^{10}H^{11}Az$(1 éq. = 5^{lit}) + HCl(1 éq. = 2^{lit}), à 22°...... $+13^{Cal},32$ [1]

On en déduit, pour la formation du sel isolé,

HCl gaz + $C^{10}H^{11}Az$ liq. = sel solide. $+38^{Cal},2$ Alcali gazeux... $+46^{Cal}$ envir.

» Ces nombres sont comparables à la chaleur de formation des chlorhydrate (+42,5), bromhydrate (+45,6), iodhydrate (+44,2) de l'ammoniaque; ils montrent que la pipéridine est comparable à l'ammoniaque. Mais on doit se garder de tirer des conclusions trop absolues de tels rapprochements numériques. Comme je l'ai fait observer, ils indiquent, en général, l'ordre des grandeurs relatives des phénomènes, sans les mesurer pourtant d'une façon tout à fait rigoureuse, parce que les états solides des différents corps ne sont jamais absolument assimilables entre eux (états isomériques, amorphisme, formes cristallines différentes, etc.).

» *Acide sulfurique.*

$C^{10}H^{11}Az$(1 éq. = 4^{lit}) + SO^4H(1 éq. = 8^{lit}), à 24°.... $+15^{Cal},5$
$C^{10}H^{11}Az$(1 éq. = 4^{lit}) + $2SO^4H$(1 éq. = 6^{lit}), à 24°.... $+14^{Cal},3$

» *Déplacements réciproques entre la pipéridine et l'ammoniaque.* — Les déplacements réciproques des alcalis dépendent, comme je l'ai dit plus haut, du degré de dissociation de leurs sels. Or les sels de pipéridine sont légèrement dissociés, aussi bien que les sels d'ammoniaque; ainsi que l'at-

---

(1) M. Colson a donné, il y a quelque temps, les nombres suivants, vers 15° : formation du chlorhydrate, $+13^{Cal},0$; dissolution de la base dans l'eau, $+6^{Cal},5$ (ce Recueil, t. CIX, p. 743) : valeurs concordantes avec les miennes. La chaleur de dissolution du chlorhydrate solide, d'après les données du même savant, est $-1^{Cal},0$.

testent l'odeur des dissolutions et l'entraînement partiel des bases par un courant d'un gaz inerte. Dès lors, entre ces deux alcalis mis en présence de l'acide chlorhydrique, il devra se produire un certain équilibre, la réaction étant endothermique ou exothermique, suivant la nature du couple sur lequel on opère : voilà ce que la théorie indique.

» Voici maintenant ce que donne l'expérience :

$C^{10}H^{11}Az$ étendu + AzH^3, HCl étendu, à 23°.......... $+0^{Cal},40$
$C^{10}H^{11}Az$, HCl dissous + AzH^3 dissous, à 23°......... $-0^{Cal},45$

» La théorie est donc complètement confirmée. En outre, la somme des deux nombres pris indépendamment de leurs signes, soit $+0^{Cal},85$, est sensiblement égale à la différence des chaleurs de neutralisation observées directement : $+13,32 - 12,45 = 0,87$; ce qui fournit un contrôle.

» Ainsi l'ammoniaque et la pipéridine se partagent l'acide chlorhydrique, en raison de la dissociation similaire des deux chlorhydrates par l'eau, dans les conditions des expériences.

» *Bases alcalines fixes.* — J'ai alors opposé la pipéridine aux bases alcalines fixes, soude et chaux. D'après M. Colson, la pipéridine déplacerait directement la chaux dans le chlorure de calcium. Je n'ai rien observé de pareil; ce déplacement n'ayant pas lieu dans les dissolutions, à la température ordinaire. Donnons les faits :

$C^{10}H^{11}Az$, HCl étendu + NaO, HO (1 éq. = 2^{lit}), à 23°.......... $+0^{Cal},20$
$C^{10}H^{11}Az$, HCl (1 éq. = 10^{lit}) + CaO, HO (1 éq. = 20^{lit}).......... $+0^{Cal},72$

» Ces chiffres accusent un déplacement total ou sensiblement de la pipéridine par la chaux, aussi bien que par la soude : la différence des chaleurs de neutralisation à cette température étant $13,5 - 13,3 = +0,2$ pour la soude; $14,0 - 13,3 = +0,7$ pour la chaux.

» On a vérifié également que l'hydrate de chaux, précipité à l'instant même dans une solution étendue de chlorure de calcium par la soude (exempte de carbonate), se redissout dans une solution strictement équivalente de chlorhydrate de pipéridine, en dégageant $+1^{Cal},2$ [1].

» Réciproquement, la pipéridine en solution étendue ne précipite pas

[1] Chiffre supérieur au précédent, parce qu'une partie de l'hydrate de chaux se trouve cette fois à l'état insoluble, c'est-à-dire dans un état tel que sa dissolution dégage en plus $+1^{Cal},5$ par équivalent.

le chlorure de calcium, l'effet thermique étant insignifiant :

$C^{10}H^{11}Az$ (1 éq. = 5^{lit}) + $CaCl$ (1 éq. = 2^{lit}), à 22° .... $+0^{Cal},05$

» Une solution aqueuse de pipéridine ne précipite pas davantage les solutions étendues d'azotate de chaux, ou d'acétate de chaux.

» Il en serait autrement, bien entendu, si cette base avait eu le contact de l'air pendant un certain temps, condition dans laquelle elle absorbe l'acide carbonique avec une extrême avidité. Elle précipite alors abondamment les sels de chaux et de baryte. Si elle contient seulement des traces de carbonate, ce qui arrive d'ordinaire dans un flacon ouvert à plusieurs reprises ou mal bouché, la précipitation du carbonate de chaux peut ne se produire qu'à l'ébullition. Dans une solution étendue de chlorure de calcium, renfermant de la pipéridine, il suffit de faire passer du gaz acide carbonique pour voir aussitôt la liqueur se troubler, avec séparation de carbonate de chaux : la même chose arrive si l'on abandonne les liqueurs au contact de l'air; mais ce sont là des phénomènes exothermiques.

» Voilà ce qui se passe avec des solutions étendues, c'est-à-dire dans les conditions normales des réactions que l'on a coutume d'exécuter sur les sels dissous : la pipéridine pure ne précipite pas les sels de chaux dans ces conditions.

» J'ai cru utile d'examiner ce qui se passe avec des solutions saturées. Si l'on opère avec une solution *saturée* de chlorure de calcium, dans laquelle on verse de la pipéridine liquide, il se produit aussitôt un précipité, et la liqueur se prend en masse : mais le composé formé n'est pas de l'hydrate de chaux; il renferme de la pipéridine combinée, et il suffit d'ajouter une quantité d'eau convenable pour que le tout se redissolve. L'azotate de chaux saturé, traité par la pipéridine liquide, fournit de même un précipité cristallisé et grenu, que l'addition d'eau redissout complètement. De même, l'acétate de chaux saturé fournit un magma gélatineux, qui ne tarde pas, dans certains cas, à se liquéfier de nouveau, sans aucune addition, par suite d'une agitation qui mélange intimement toutes les portions du système. C'est le précipité formé par le chlorure de calcium qui exige le plus d'eau pour se dissoudre; c'est aussi celui dont la formation répond au dégagement le plus grand de chaleur. Aucun de ces précipités, ni d'après ses propriétés, ni d'après la mesure exacte de la chaleur dégagée au moment de sa production, ne saurait être regardé comme de l'hydrate de chaux. Ce sont en réalité des composés complexes, chlorures ou oxychlorures, renfermant

de la pipéridine combinée, et analogues aux chlorures ammoniacaux du calcium et des métaux proprement dits. Les dérivés métalliques de cet ordre sont également connus pour la pipéridine et la pyridine.

» En résumé, la pipéridine ne précipite pas simplement, par action directe et à froid, l'hydrate de chaux dans les sels calcaires dissous, soit concentrés, soit étendus.

» La pipéridine liquide précipite le chlorure de baryum, mais seulement en solution aqueuse saturée, *sans le décomposer* et en s'emparant de l'eau qui le tenait en dissolution; comme pourrait le faire l'acide chlorhydrique concentré. La pyridine liquide produit du reste le même effet. Le chlorure précipité se redissout aussitôt par affusion d'eau.

» La pipéridine précipite, au contraire, les sels magnésiens en les décomposant, conformément à une observation de M. Œschner de Coninck : elle agit en cela comme l'ammoniaque, avec formation d'un composé complexe, ainsi qu'il résulte de mes mesures thermiques.

» Pyridine, $C^{10}H^5Az$. — J'exposerai brièvement les réactions de cet alcali tertiaire. Il forme aussi un hydrate, avec dégagement de chaleur :

$C^{10}H^5Az$ liquide + $220H^2O^2$, à 22° .... $+2^{Cal},12$ [1]

Voici la chaleur de formation des sels :

$C^{10}H^5Az$ (1 éq. = 2^{lit}) + HCl (1 éq. = 2^{lit}), à 22° ... $+5^{Cal},1$
$C^{10}H^5Az$ liquide + SO^4H (1 éq. = 2^{lit}), à 23° ...... $+9^{Cal},22$; base dissoute $+7,1$
On ajoute un second SO^4H (1 éq. = 2^{lit}) .... $-0^{Cal},87$

résultats analogues à ceux des bisulfates des alcalis fixes, de l'ammoniaque, aussi bien que de la pipéridine et de l'aniline.

» *Réactions avec les sels des autres alcalis et réciproques.*

Ammoniaque { $C^{10}H^5Az$ (1 éq. = 4^{lit}) AzH^3, HCl (1 éq. = 1^{lit}) .... $+0^{Cal},0$
$C^{10}H^5AzHCl$ (1 éq. = 6^{lit}) + AzH^3 (1 éq. = 4^{lit}) .... $+7^{Cal},3$

» Ainsi l'ammoniaque déplace entièrement ou à peu près la pyridine (calculé : $12,4-5,1=+7,3$). Cependant il y a des indices de partage, dus à la dissociation des sels ammoniacaux, précisément comme avec l'aniline et l'ammoniaque (ce Volume, p. 139) :

$C^{10}H^5Az$ (1 éq. = 4^{lit}) + CaCl (1 éq. = 2^{lit}) .... $+0^{Cal},12$

---

[1] M. Colson a donné :

Action de l'eau à 15° .... $+2^{Cal},25$
Action de HCl étendu .... $+5^{Cal},2$

Pas de précipité. Mais si l'on fait passer un courant de gaz carbonique dans la liqueur, il s'y précipite peu à peu du carbonate de chaux : ce qui n'arrive pas avec l'aniline mélangée au chlorure de calcium.

» On a observé un commencement de partage de l'acide chlorhydrique entre la pipéridine et la pyridine, le chlorhydrate neutre de la première base en dissolution produisant avec une solution étendue de la seconde une légère absorption de chaleur ($-0^{Cal},2$, à $24°$).

» *Aniline*. — La chaleur de formation des chlorhydrates et sulfates d'aniline et de pyridine, comptée depuis les bases liquides (et sans doute gazeuses), est à peu près la même. Voici les expériences d'action réciproque

$$C^{10}H^5Az, HCl (1 \text{ éq.} = 6^{lit}) + C^{12}H^7Az \text{ liquide, à } 22°,7 \ldots\ldots \quad +0^{Cal},15$$

» La dissolution de l'aniline dans l'eau aurait absorbé $-0^{Cal},48$ à la température de l'expérience (ce Volume, p. 137); il y a donc eu, en réalité, un dégagement de $+0^{Cal},63$, c'est-à-dire un certain déplacement de pyridine. D'autre part,

$$C^{10}H^5Az (1 \text{ éq.} = 4^{lit}) + SO^4H, C^{12}H^7Az (1 \text{ éq.} = 5^{lit}), \text{ à } 22°. \quad -1^{Cal},31$$

» Ce chiffre répond seulement à un déplacement partiel de l'aniline, avec prépondérance de la pyridine, son sulfate étant sans doute moins dissocié.

» Ainsi il n'est pas exact de dire que la pyridine déplace simplement et en totalité l'aniline dans ses dissolutions salines. En réalité, il se produit un partage, déterminé par l'état de dissociation des sels des deux bases antagonistes.

» Tous ces faits, je le répète, loin de mettre en défaut les principes de la Thermochimie, les confirment au contraire et en sont les conséquences nécessaires. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le fer météorique de Magura, Arva (Hongrie)*; par MM. **Berthelot** et **Friedel**. Lettre à M. Daubrée.

« A la suite d'une Communication sur le gisement du diamant (ce Recueil, t. CX, p. 18), vous m'avez prié d'examiner deux échantillons qui vous avaient été adressés très libéralement par M. le D[r] Brezina, du Cabinet impérial de Minéralogie de Vienne, afin d'y rechercher la présence

du diamant. L'un consistait en un fragment de graphite, pesant $1^{gr},1$; l'autre en un gros morceau de fer météorique, pesant près de 280^{gr}; tous deux provenaient d'une météorite trouvée à Magura, comté d'Arva (Hongrie).

» Je vous ai fait part du résultat de ma recherche, que j'ai terminée avec le concours de M. Friedel, et vous m'avez demandé d'en donner connaissance à l'Académie. En voici le détail circonstancié, utile à exposer à cause de l'intérêt de la question :

» J'ai traité ces échantillons par la méthode décrite dans mes *Recherches sur les états du carbone* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIX, p. 404; 1870), laquelle permet de dissoudre toutes les variétés de carbone, ainsi que les silicates et aluminates, en respectant le diamant. Les traitements ont été exécutés avec un soin minutieux, de façon à n'abandonner dans les vases aucun résidu insoluble, si faible qu'il pût être, et à opérer toutes les séparations de matière insoluble par décantation, sans aucune filtration : de telle façon que nulle trace de matière ne pût être perdue. Ils ont duré près de deux mois.

» Le fer météorique, n'étant pas susceptible d'être broyé, a été divisé grossièrement en morceaux par choc et arrachement; puis on en a placé la totalité, à l'exception d'une vingtaine de grammes conservés comme témoin, dans une grande capsule, et l'on a versé dessus de l'eau régale en quantité. Une attaque très vive n'a pas tardé à se développer. Quand elle a cessé, on a décanté la liqueur surnageante et on l'a étendue avec de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique, puis mise à déposer dans de grands flacons. La partie de la météorite non dissoute a été traitée une seconde fois par l'eau régale, puis une troisième fois, celle-ci à chaud. Après ces traitements, presque tout le fer météorique avait disparu, à l'exception de quelques grains noirs et durs, formés par un mélange de diverses matières. On les a réunis avec le dépôt qui s'était formé dans les grands flacons, et on a lavé le tout à l'eau distillée, toujours par décantation; puis on a desséché au bain-marie.

» Cette matière, broyée autant que possible, a été ensuite mélangée intimement, au moyen d'une carte, avec cinq fois son poids de chlorate de potasse en poudre; le tout partagé en cinq échantillons égaux, dont chacun a été introduit dans un petit ballon plat, où l'on avait mis à l'avance un poids d'acide nitrique fumant égal à cinq fois le poids du chlorate de potasse. On a ajouté la poudre solide par petites parties, avec précaution, en agitant chaque fois, afin de bien noyer et imbiber la pâte solide; puis on a laissé

digérer pendant un jour à froid : on ne s'est point préoccupé de petites explosions qui se sont produites dans deux des ballons, mais sans les rompre ni rien projeter au dehors. Le lendemain, on a chauffé les ballons dans un bain-marie, porté graduellement à 60°, jusqu'à ce que les gaz chlorés eussent à peu près disparu. On a délayé le contenu des ballons dans un excès d'eau distillée, versé le tout dans un vase de verre de Bohême, rincé les ballons de façon à n'y pas laisser la moindre trace de matière et réuni les lavages dans le vase de Bohême. Les ballons, d'autre part, ont été desséchés et réservés pour les traitements consécutifs, de façon à ne pas multiplier les vases destinés à l'expérience.

» La portion de matière que l'eau n'avait pas dissoute a été lavée par décantation dans le verre de Bohême, jusqu'à absence de réaction acide ; puis on l'a séchée au bain-marie, et l'on a recommencé le traitement par le chlorate de potasse et l'acide nitrique. Deux ballons ont suffi cette fois. Après épuisement de l'action, d'abord à froid, puis à 60°, comme plus haut, on a lavé de nouveau le résidu insoluble, on l'a séché et placé dans un ballon unique, où il a été traité une troisième fois par le mélange d'acide nitrique et de chlorate de potasse. Cette fois, la masse a pris l'aspect verdâtre et pailleté, caractéristique de l'oxyde graphitique de la fonte. Néanmoins, on a cru utile de faire un quatrième traitement, pour achever la réaction.

» L'oxyde graphitique, ainsi préparé, a été séché au bain-marie; puis on l'a placé par portions minimes dans des vases minces de verre de Bohême, recouverts avec un entonnoir, et l'on a chauffé avec précaution sur un bec de gaz, jusqu'au moment de la déflagration générale du système, laquelle a lieu bien au-dessous du rouge.

» L'oxyde graphitique se boursoufle ainsi énormément, en se réduisant en une poudre charbonneuse, noire et impalpable (oxyde pyrographitique); mais l'entonnoir empêche les déperditions de matière. Après refroidissement, on imbibe la matière charbonneuse avec de l'acide nitrique fumant, de façon à la réduire en pâte. On incorpore celle-ci dans de l'acide nitrique mélangé à l'avance avec le cinquième de son poids de chlorate de potasse et placé dans les petits ballons déjà désignés; on opère de façon à ne rien perdre absolument. Puis on recommence l'attaque, suivie de décantations, etc.

» Deux traitements méthodiques de ce genre ont suffi pour faire disparaître par oxydation toute la matière charbonneuse, en laissant seulement une petite dose d'oxyde graphitique. Celui-ci, une fois lavé et séché, a

été décomposé de nouveau par la chaleur, comme plus haut. Le résidu pyrographitique était faible cette fois. Il a été traité de nouveau par le chlorate de potasse et l'acide nitrique, etc.; et les traces d'oxyde graphitique, régénérées à cette troisième reprise, ont été décomposées encore une fois, puis le résidu soumis encore à l'action oxydante du chlorate de potasse et de l'acide nitrique. Une quatrième et dernière suite de traitements semblables a été nécessaire pour faire disparaître jusqu'aux dernières traces de matière charbonneuse visible.

» Arrivé à ce point, il restait quelques milligrammes d'une poudre blanche, cristalline, rayant le rubis, et renfermant des parcelles très brillantes. Je les ai mis dans un creuset de platine avec du fluorhydrate d'ammoniaque cristallisé et quelques gouttes d'acide sulfurique, afin de détruire les silicates ; j'ai fait digérer à chaud quelque temps, puis j'ai étendu d'eau et lavé par décantation dans le creuset même. Le résidu a été séché, puis mêlé avec un peu de bisulfate de potasse, avec addition d'acide sulfurique, dans le but d'enlever les aluminates : on a chauffé, avec la précaution de chasser l'excès d'acide sulfurique sans atteindre le rouge, pour éviter tout risque d'oxyder le diamant.

» Le contenu refroidi a été traité par l'eau, on a décanté avec précaution et isolé la trace de matière insoluble qui subsistait encore. Elle ne s'élevait pas à plus de 1^{mgr} ou 2^{mgr}. C'était là qu'aurait dû se trouver le diamant. J'en ai placé la moitié environ sur une lame de platine, et j'ai déposé à côté, comme témoin, un petit diamant du Cap, pesant 4^{mgr} à 5^{mgr}; puis j'ai chauffé le tout fortement sur une lampe : le diamant témoin a brûlé lentement et a disparu ; tandis que la poudre cristalline demeurait absolument intacte. J'ai remis l'autre moitié, qui n'avait pas été chauffée, à notre Confrère, M. Friedel, pour en faire un examen spécial; je donne sa lettre plus bas.

» Le morceau de graphite, qui m'avait été remis en même temps que la météorite, a été soumis exactement à la même suite de traitements, à l'exception de celui du début par l'eau régale. Tout s'est dissous finalement, à l'exception d'un peu de matière pulvérulente, dont le poids était trop faible pour être mesuré, et qui n'était pas combustible. Je l'ai soumise également à notre Confrère.

» Voici la lettre de M. Friedel :

» J'ai examiné avec soin les quelques grains, contenus dans deux tubes, que vous avez bien voulu me remettre.

» Je les ai regardés d'abord au microscope polarisant et j'ai vu qu'ils sont pour la plupart transparents et incolores; un très petit nombre sont opaques et noirs ou bruns (matières carbonées ou ferrugineuses?).

» Les grains transparents sont biréfringents, avec une biréfringence tout à fait pareille à celle du quartz, dont ils ont d'ailleurs l'aspect par la cassure conchoïde et l'absence de clivages. Comparés avec des grains de sable quartzeux de même dimension, ils ont montré les mêmes couleurs de polarisation.

» Ils ont aussi une densité qui est sensiblement celle du quartz. Ils flottent dans l'iodure de méthylène pur, et, lorsqu'on verse, à la surface de l'iodure de méthylène, dans un tube, une couche de benzine, on voit, quand la diffusion des liquides l'un dans l'autre a commencé à se faire, les petits grains nager dans une couche un peu supérieure à celle dans laquelle nage un petit fragment de spath d'Islande ($D = 2,7$); la densité du quartz est de $2,66$.

» Quelques grains, ayant été traités par l'acide fluorhydrique sur une lame de platine, ont été attaqués, mais n'ont pas entièrement disparu. Il en a été de même de grains de sable quartzeux traités de la même façon.

» La matière des deux tubes s'est comportée d'une manière identique.

» Je crois pouvoir conclure de là que le résidu du traitement du fer météorique d'Arva et du graphite est formé, en très grande partie, de grains quartzeux. Je n'ai trouvé, parmi ces grains, aucun qui fût monoréfringent ou qui fût doué des propriétés du diamant.

» En résumé, on peut dissoudre complètement cette météorite, par des traitements faits à une température inférieure au rouge, sans qu'il reste trace de diamant. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Chancel,* Correspondant de la Section de Chimie, décédé à Montpellier, le 5 août 1890.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une lampe électrique, dite* lampe Stella, *destinée à l'éclairage des mines.* Note de M. DE GERSON. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Daubrée, Haton de la Goupillière, Schützenberger.)

« Cette lampe, résultat des études d'une Compagnie anglaise à la tête de laquelle se trouvent plusieurs des savants les plus éminents de l'Angleterre, a été expérimentée à l'École des Mines et transmise ensuite à la Compagnie des mines d'Anzin, qui en a décidé l'essai dans une de ses fosses les plus grisouteuses, pour les travaux du fond de la mine.

» La lampe Stella pèse 1600^{gr} et donne un pouvoir éclairant d'environ une bougie. Elle brûle nominalement pendant douze heures avec une régularité parfaite, mais sa durée va jusqu'à quatorze et même seize heures effectivement. Elle se recharge en cinq heures, sous un courant de 1 ampère et 4 volts.

» Elle se compose d'un accumulateur formé de deux cellules en ébonite, contenant chacune cinq plaques de 75^{mm} de long sur 45^{mm} de large, assujetties de façon à être à l'abri d'un choc extérieur. Deux de ces plaques sont en peroxyde de plomb solide, connu sous le nom de *lithanode*, pesant ensemble 180^{gr}, et ont une capacité (pour travail utile) de 7 ampères-heure. Les trois autres plaques sont en plomb spongieux. Ce plomb spongieux est maintenu par un support extrêmement léger ayant une très faible résistance et une haute conductibilité; en pratique, il ne s'use jamais. Plus le lithanode a été rechargé, meilleur il devient, et il n'y a jamais désagrégation des plaques. Comme il n'existe aucun contact entre les plaques, il ne se produit aucune action locale dans l'accumulateur quand on ne s'en sert pas. La capacité totale de l'accumulateur est de 28 watts-heure; soit

$$7 \text{ ampères-heure} \times 4 \text{ volts} = 28 \text{ watts-heure}.$$

» Pendant le travail ordinaire dans la mine, la lampe à incandescence prend environ 5 ampères-heure en douze heures d'éclairage.

» L'électrolyte employé dans l'accumulateur est de l'acide sulfurique dilué, à la densité spécifique de 1,170.

» La boîte extérieure est en acier galvanisé, pour empêcher la rouille provenant de l'humidité. Un espace de 60^{mm} environ est reservé entre la boîte métallique et l'accumulateur; il est garni de tampons de caoutchouc, pour éviter que les chocs n'endommagent la boîte en ébonite de l'accumulateur.

» Un peu au-dessous du centre de la face antérieure de la lampe, se trouve une lentille de verre, derrière laquelle est placée une petite lampe à incandescence, laquelle, montée sur un ressort à boudin, peut rentrer dans la lampe si elle reçoit un choc

après que le premier verre serait cassé. Au-dessus de la lentille, se trouve un commutateur qui permet d'allumer et d'éteindre la lampe à volonté; ce qui permettrait aux mineurs, en cas d'éboulement en arrière des travaux d'avancement, de conserver de la lumière pour autant de fois dix heures qu'ils auraient de lampes avec eux....

» La sûreté est absolue et le mineur n'a plus d'imprudence à commettre. Des lampes cassées dans le gaz d'éclairage, de beaucoup plus explosif que le grisou, n'ont produit aucune explosion.

» En résumé, la lampe Stella assure la sécurité absolue des mineurs. Elle se recommande par sa simplicité d'entretien, la modicité de son prix et la durée de sa lumière. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Vial**, M. **Ch. Jeuffroy**, M. **Delaurier** adressent diverses Communications relatives aux explosions de grisou dans les mines.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Pigeon** adresse une Note relative à un moyen préservatif contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **L. Mirinny** adresse une Note relative à un projet de Congrès scientifique universel.

(Renvoi à la Commission administrative.)

CORRESPONDANCE.

CHIMIE. — *Sur quelques nouveaux hydrates de gaz.*
Note de M. **Villard**.

« *Hydrate de propane.* — J'ai indiqué dans une Note précédente ([1]) l'existence d'hydrates solides obtenus avec le méthane et l'éthane. Il m'a paru intéressant de soumettre à l'expérience leur homologue supérieur, le pro-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1602; 1888.

pane. J'ai préparé ce carbure, suivant le procédé employé par M. Schorlemmer ([1]), en traitant l'iodure d'isopropyle par le zinc et l'acide chlorhydrique, et faisant passer le gaz obtenu dans l'acide sulfurique fumant, un mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique, enfin dans une solution de potasse.

» Pour débarrasser le propane ainsi préparé de l'hydrogène libre et des traces d'air qu'il peut contenir, j'ai employé la méthode suivante, qui peut s'appliquer à la purification d'un grand nombre de gaz. Le tube en verre de l'appareil de M. Cailletet, préalablement effilé en pointe extrêmement fine à la partie supérieure, reçoit le mélange gazeux. On comprime jusqu'à obtenir la liquéfaction du propane; on ouvre alors la pointe effilée, en fondant celle-ci avec une lampe à alcool; l'hydrogène et l'air s'échappent et la couche liquide, poussée par le mercure, s'élève lentement jusqu'au sommet du tube. On rétablit alors dans ce dernier la pression atmosphérique en desserrant progressivement la vis de détente, puis on fond la pointe pour refermer le tube.

» Cette opération peut être recommencée plusieurs fois pour enlever les traces de gaz étrangers adhérentes aux parois du verre; elle se fait facilement sous des pressions même très fortes et peut être employée toutes les fois qu'il s'agit de séparer deux gaz inégalement liquéfiables. Par une manœuvre convenable de la pompe, il est possible, la pointe du tube restant ouverte, de faire bouillir le liquide pour chasser les gaz qu'il peut contenir en dissolution.

» Avec du propane ainsi purifié, il est très difficile d'obtenir l'hydrate par compression suivie de détente. Celui-ci se détruit en effet à $+8^\circ,5$, et au-dessous de cette température, le gaz se liquéfiant sous de faibles pressions, la détente n'est pas assez forte pour amener la production de glace qui doit provoquer la combinaison. Il est nécessaire de refroidir momentanément le tube au-dessous de 0°; des cristaux incolores apparaissent alors sur les parois mouillées, et leur formation peut se continuer à une température supérieure à celle de la glace fondante, jusqu'à ce que la couche de propane liquide ait entièrement disparu. Le composé obtenu présente à 0° une tension de dissociation voisine de 1^{atm}, et peut se conserver indéfiniment sous des pressions convenables, au-dessous de $8^\circ,5$.

» En ajoutant une petite quantité d'air au gaz, les cristaux s'obtiennent

---

([1]) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CL, mai 1869. *Bulletin de la Société chimique*, t. XII, p. 358; 1869.

facilement au-dessus de 0° par compression suivie d'une détente, qui peut être alors plus énergique qu'avec le gaz seul. La présence de l'air n'influe pas sur la température de destruction de l'hydrate, qui est encore + 8°, 5, même sous de fortes pressions.

» Il est à remarquer que la température critique des hydrates formés par le méthane, l'éthane et le propane, s'abaisse quand on passe d'un carbure à son homologue supérieur; ces composés se détruisent en effet respectivement à + 21°, 5, + 14°, 5 et + 8°, 5.

» *Hydrates de fluorures de carbone.* — J'ai étudié au même point de vue le tétrafluorure et le bifluorure de carbone, ainsi que le fluorure de méthylène et le fluoroforme. Ces gaz ont été préparés, les trois premiers suivant la méthode générale indiquée par MM. Guntz, Moissan et Chabrié [1], et le dernier au moyen du procédé employé par M. Meslans [2]. Ces fluorures, lavés à l'eau pure, ont été purifiés comme je l'indique plus haut pour le propane, afin de chasser en particulier l'air provenant de la préparation en tubes scellés.

» En présence de l'eau, dans l'appareil de M. Cailletet, par compression suivie de détente ou aidée d'un refroidissement passager au-dessous de 0°, j'ai obtenu avec chacun de ces gaz des cristaux incolores abondants, se détruisant à des températures dépendant du corps soumis à l'expérience.

» Avec le tétrafluorure de carbone, les cristaux peuvent être conservés aussi longtemps qu'on le veut, vers 0°, sans qu'aucune pression soit exercée par la pompe de l'appareil, et sous des pressions suffisantes jusqu'à + 20°, 4; à cette température, ils se détruisent peu à peu, et une couche de gaz liquéfié apparaît dans le tube au-dessus de l'eau. Comme pour le propane, et pour la même raison, la présence d'une petite quantité d'air rend l'expérience plus facile, la température de destruction des cristaux restant d'ailleurs la même.

» Le bifluorure de carbone a donné naissance dans les mêmes conditions à un composé solide présentant des tensions de dissociation plus fortes, et se détruisant à + 10°, 5.

» Le fluorure de méthylène et le fluoroforme ont fourni des résultats analogues, et les cristaux obtenus avec chacun d'eux se décomposent, même sous de fortes pressions, aux températures de + 17°, 6 pour le premier, et + 21°, 8 pour le second.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CX, p. 279 et 1203; 1890.

(2) *Bulletin de la Société chimique,* 14 février 1890.

» Dans ces conditions, il m'a paru suffisamment démontré que ces divers fluorures pouvaient former avec l'eau quatre hydrates solides caractérisés en particulier par des températures de destruction qui sont respectivement + 20°,4, + 10°,5, + 17°,6 et + 21°,8. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel acide gras* (1). Note de M. E. **Gérard**, présentée par M. Schützenberger.

« L'étude méthodique de corps gras très divers m'a fourni l'occasion d'observer certaines particularités qui révèlent, chez quelques-unes de ces substances, la présence de principes n'ayant pas encore été signalés. L'huile des semences de *Datura stramonium* en fournit un exemple. Elle m'a donné un nouvel acide organique qui vient remplir une place restée vide jusqu'ici dans la série des acides gras d'origine naturelle. Je vais décrire cet acide.

» La matière qui l'a fourni, c'est-à-dire l'huile grasse des semences de *Datura,* est extraite par épuisement à l'éther. Après évaporation de la liqueur, le résidu est purifié par dissolution dans l'éther de pétrole, filtration et distillation. On obtient ainsi une huile jaune verdâtre, dans la proportion de 25 pour 100 du poids des graines.

» Pour obtenir le nouvel acide, l'huile est saponifiée par la litharge. Le savon de plomb, lavé à l'eau distillée chaude, desséché dans le vide et mélangé à du sable lavé, est épuisé par l'éther pur et sec, qui dissout les sels de plomb des acides oléique et linoléique; les produits ainsi enlevés sont assez abondants. Le résidu insoluble, constitué par les sels de plomb des acides gras solides, donne ces derniers quand on le traite par l'acide chlorhydrique dilué. Le mélange d'acides, lavé à l'eau, puis séché, est dissous à chaud dans l'alcool à 85°. Par refroidissement, la solution se prend en une masse de cristaux incolores, fondant à 57°,5. Après des cristallisations répétées, le point de fusion s'abaisse à 56°.

» Pour déterminer la nature de ces cristaux, j'emploie la méthode des précipitations fractionnées, indiquée par Heintz.

» A cet effet, je prépare avec le produit cristallisé une solution alcoolique saturée à froid. Je soumets ensuite la liqueur chauffée à des précipitations partielles, au moyen d'une solution aqueuse concentrée d'acétate de baryte; j'ajoute pour chaque fractionnement une quantité de ce sel correspondant à $\frac{1}{30}$ du poids total des acides gras.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

» Par ce procédé, les premiers précipités renferment les acides qui ont l'équivalent le plus élevé, les derniers contiennent ceux qui sont moins riches en carbone. Dans une expérience portant sur 2gr,80 de matière cristallisée, par exemple, onze parties ont été précipitées successivement. J'ai pris le point de fusion de l'acide contenu dans chacun des précipités barytiques : les premiers produits renfermaient un acide fondant à 55°, tandis que les derniers étaient formés par un acide fondant à 62°. Si l'on a égard aux considérations indiquées plus haut, le premier produit devait avoir un poids moléculaire plus élevé que le second. C'est ce qui est résulté, en effet, des dosages de baryte effectués dans les différents précipités : les premiers sels, formés par l'acide fondant à 55° ont donné 20,29, 20,44 et 20,17 pour 100 de baryum, alors que les suivants, formés par l'acide fondant à 62°, contenaient 21,09 et 21,19 pour 100 de baryum. Ces derniers précipités renfermaient la même quantité de baryum que le palmitate (théorie : 21,17 pour 100); de plus, l'acide qu'ils ont fourni avait précisément le point de fusion de l'acide palmitique pur. L'acide palmitique existe donc dans l'huile en question.

» Pour vérifier si les premiers produits précipités sont constitués par une substance unique ou par un mélange, j'ai opéré sur un échantillon de 2gr provenant des portions de l'acide fondant régulièrement à 55°, et je l'ai fractionné de nouveau par l'acétate de baryte. Je n'ai pu, même par sept fractionnements, le dédoubler en acides gras d'un point de fusion différent : l'acide des diverses fractions isolées fondait toujours à 55°. Il s'agit donc bien d'un précipité défini et non d'un mélange.

» En traitant le sel barytique par l'acide chlorhydrique, j'isole l'acide organique qui le forme. Cet acide présente des caractères qui le différencient nettement des acides gras d'origine naturelle connus jusqu'ici. Il cristallise par refroidissement dans l'alcool à 85° en fines aiguilles groupées en aigrettes ou en faisceaux; il est assez soluble dans l'alcool froid, très soluble dans l'alcool bouillant, l'éther ordinaire ou l'éther de pétrole. Des cristallisations répétées, effectuées à l'aide de véhicules divers, ne font pas varier son point de fusion. Sa composition répond à la formule $C^{34}H^{34}O^{4}$: il a donné en effet à la combustion 75,20 et 75,51 de carbone, 12,59 et 12,69 d'hydrogène, la théorie étant 75,55 de carbone et 12,59 d'hydrogène.

» Cette conclusion est d'ailleurs confirmée par l'étude des sels de baryte, de zinc et de magnésie, ainsi que par celle de l'éther éthylique.

» Le *sel de baryte* cristallise dans l'alcool en aiguilles microscopiques; l'eau ne le dissout pas, il est anhydre; à l'analyse, il a donné 20,29, 20,44 et 20,17 de baryum (théorie : 20,29). Le *sel de zinc* ressemble à celui de baryte, il est comme lui anhydre; il contient 10,88 de zinc (théorie : 10,77).

» Le *sel de magnésie* présente la même apparence que les précédents, mais est

beaucoup plus soluble dans l'alcool chaud; il cristallise sans eau; il renferme 4,49 de magnésium (théorie : 4,27).

» L'*éther éthylique* se prépare comme l'éther stéarique correspondant. Il cristallise dans l'alcool fort en fines aiguilles qui se feutrent quand on les dessèche; il fond à 27° et se solidifie à 25° en formant de grandes lamelles cristallines. Sa combustion a fourni 76,31 de carbone et 12,86 d'hydrogène (théorie : 76,54 de carbone et 12,75 d'hydrogène).

» La présence dans le règne végétal d'un acide en $C^{34}H^{34}O^4$ a été signalée plusieurs fois, mais tous les produits de ce genre ont pu être par la suite dédoublés en plusieurs principes différents; ils étaient donc des mélanges. Un acide de cette composition et fusible à 52°-53° a été obtenu synthétiquement par Beeker, en 1857, en partant du cyanure de cétyle; un peu plus tard, Heintz a séparé ce produit par des fractionnements; il en a retiré notamment un acide de composition $C^{34}H^{34}O^4$ et fondant à 59°,9. Enfin en 1879, M. Krafft, en oxydant l'acéto-stéarone, en a préparé un acide de même formule que les précédents et fondant à 60°. Si succinctes que soient les descriptions données de ces acides, elles suffisent cependant pour ne pas permettre de confondre les produits auxquels elles s'appliquent avec l'acide de l'huile de *Datura*.

» L'acide gras naturel que je viens de faire connaître, et que je propose de désigner sous le nom d'*acide daturique*, est donc nouveau. Intermédiaire entre l'acide palmitique et l'acide stéarique, il présente des propriétés fort analogues; toutefois, son point de fusion est notablement inférieur à celui du plus fusible de ses deux homologues voisins. Je poursuis son étude. »

CHIMIE ANIMALE. — *Recherches sur la pourpre produite par le* Purpura lapillus. Note de M. **Augustin Letellier**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Strabon [1] et Pline [2] disent que la pourpre antique était infecte à la teinture; celle que produit le *Purpura lapillus* ne l'est pas moins. A partir du moment où la coloration apparaît dans la bandelette, on sent une odeur désagréable et pénétrante, si semblable à celle que produisent les *Murex*

---

(1) Strabon, *Géographie*, t. XVI, Chap. II, § 23.

(2) Pline, t. IX, § LX, p. 380.

brandaris et *trunculus* qu'il semble infiniment probable qu'elle est due aux mêmes causes. Les chimistes que M. de Lacaze-Duthiers ([1]) a consultés se sont tous accordés à lui trouver les caractères de l'essence d'ail, c'est-à-dire l'odeur du sulfure d'allyle. Les expériences que j'ai faites cet hiver confirment cette manière de voir.

» Il faut d'abord remarquer que l'odeur alliacée, dégagée par la bandelette à pourpre du *Purpura lapillus* insolée, se produit également quand on fait agir la lumière sur les corps cristallisés et photogéniques qu'on en peut extraire ([2]). Cette observation montre : 1° que l'odeur n'est pas due à la putréfaction de la bandelette, mais aux transformations chimiques opérées par la lumière dans la composition des substances génératrices de la pourpre; 2° que le corps odorant n'a besoin, pour se manifester, que de traces insensibles de sa substance, puisque, chaque fois que l'expérience a été faite avec des cristaux, la quantité en a toujours été minime et l'odeur perçue excessivement forte.

» Quand j'ai voulu isoler la matière odorante que dégage la pourpre, il m'a été impossible d'obtenir autre chose que des traces de la matière alliacée, quoique j'aie mis en expérience près de six mille bandelettes soigneusement disséquées; ces traces étaient insuffisantes pour déterminer les caractères physiques de cette matière et permettaient seulement de réaliser quelques réactions propres au sulfure d'allyle.

» J'ai mis les bandelettes à pourpre, rapidement détachées, dans l'eau distillée surmontée d'une couche d'éther, et j'ai exposé au soleil. La pourpre n'a pas tardé à apparaître et, en agitant, l'éther s'est emparé de la substance odorante. L'expérience a duré plusieurs jours; chaque fois, la masse a été soigneusement agitée, afin de renouveler les surfaces des bandelettes exposées à la lumière et d'enlever à l'eau toutes traces de la matière alliacée. L'éther, évaporé, a laissé un résidu graisseux, abondant, en partie constitué par de la stéarine. Le résidu, traité par quelques gouttes d'acide de Nordhaüsen, a pris une couleur rosée qui, dans certaines expériences mieux réussies, pour des causes qui ont échappé à l'observation, est devenue d'un rouge pourpre admirable sur le pourtour des taches graisseuses. Cette coloration rose ou pourpre ne peut être attribuée à la matière grasse; celle-ci, en présence de l'acide sulfurique, se colore en rouge sang-dragon. On ne peut pas davantage l'attribuer à des traces de pourpre qui auraient traversé le filtre, car elle eût été localisée en quelques points et ne se serait point montrée sur le contour de toutes les taches. Au surplus, la coloration disparaît par l'addition d'une petite quantité d'eau, ce qui n'aurait pas lieu avec la graisse plus qu'avec la pourpre : on voit même alors quelques gouttes hui-

---

([1]) De Lacaze-Duthiers, *Ann. des Sc. nat.*, t. XII, p. 27 et suiv.

([2]) A. Letellier, Communication à l'Académie, 8 juillet 1889.

leuses très minces à la surface du liquide. Ces réactions seraient néanmoins insuffisantes pour arriver à une conclusion probable, s'il n'était facile de montrer que le résidu éthéré renferme du soufre. En mettant celui-ci dans un tube scellé, en présence de l'acide azotique fumant, et chauffant à 200° pendant trois heures, on constate la présence d'une notable quantité d'acide sulfurique. Il suffit même de chauffer pendant longtemps le résidu dans une capsule en porcelaine avec de l'acide azotique fumant, pour obtenir des traces d'acide sulfurique.

» En résumé, le corps odorant sent l'essence d'ail; il renferme du soufre et se comporte avec l'acide sulfurique et avec l'eau comme le sulfure d'allyle : on peut donc penser que c'est bien du sulfure d'allyle qui rend la pourpre infecte.

» Il ne faudrait pas croire cependant que ce soit là le seul corps odorant qui prenne naissance, sous l'influence de la lumière, dans la bandelette à pourpre. On peut montrer que le résidu éthéré renferme un cyanure ou un sulfocyanure.

» Après s'être assuré qu'il ne contient pas de sels ammoniacaux, on chauffe en présence de la potasse alcoolique et l'on obtient immédiatement un dégagement d'ammoniaque. Ou bien on chauffe le résidu en présence du sulfhydrate d'ammoniaque vieux, et à la liqueur filtrée on ajoute du perchlorure de fer; la coloration rouge sang du sulfocyanure de fer apparaît aussitôt. Il est d'ailleurs connu que le sulfure d'allyle est rarement seul, qu'il est le plus souvent accompagné de sulfocyanure, dans les sucs des plantes; il est probable qu'il en est de même avec la pourpre et que les réactions qui donnent naissance à l'un amènent aussi la formation de l'autre. Enfin on peut encore soupçonner la présence de carbamides ou de sulfocarbamides dans l'eau qui a renfermé les bandelettes. Ces substances sont tout aussi pesantes que le sulfure et le sulfocyanure d'allyle; malheureusement, elles ne sont pas plus abondantes et la seule raison qui pourrait faire croire à des traces de ces substances, c'est que l'eau, après plusieurs précipitations des matières albuminoïdes par l'alcool, renferme un corps réducteur qui agit sur le chlorure d'or comme le fait l'acide formique en présence de la lumière. »

ZOOLOGIE. — *Sur la multiplication et la fécondation de l'*Hydatina senta *Ehr.* Note de M. **Maupas**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Communication antérieure [1], où je faisais connaître le résultat de mes éducations de trois Rotateurs (*Cycloglaena lupus* Ehr., *Notommata species*? et *Adineta vaga* Davis), j'exprimais le regret de n'avoir pu me procurer l'*Hydatina senta*. Cet hiver, en ayant rencontré deux individus, provenant de deux localités voisines d'Alger, mais assez éloignées l'une de l'autre, je les ai mis, eux et leurs descendants, en culture, avec les mêmes dispositions et la même méthode que les précédentes espèces, leur donnant des Euglènes pour nourriture.

» Ces deux cultures ont été inaugurées l'une à la mi-mars, l'autre à la mi-avril. Aujourd'hui (14 juillet), elles en sont arrivées, la première, à la quarante-cinquième, la seconde, à la trente-troisième génération agame.

» L'Hydatine est extrêmement vorace et, mangeant jour et nuit, elle peut absorber des quantités surprenantes d'aliments, composés de Zoospores, de Flagellés et de Ciliés. Sa puissance d'accroissement et de multiplication est en rapport avec cette voracité.

» La reproduction de l'Hydatine, ainsi qu'on le sait depuis longtemps déjà, se fait au moyen de deux espèces d'œufs : 1° les œufs parthénogénétiques, dits *œufs d'été*, qui se divisent eux-mêmes en deux sortes très distinctes, les uns donnant naissance à des mâles, les autres à des femelles; 2° les œufs fécondés, ou *œufs d'hiver* des auteurs. Chaque pondeuse, dans quelque condition qu'on la place, ne pond jamais qu'une seule sorte d'œufs. Je l'ai vérifié sur de nombreux individus des trois catégories, tenus dans un isolement absolu pendant toute la durée de leur existence.

» La durée d'incubation des œufs parthénogénétiques mâles et femelles est toujours fort courte, mais varie considérablement avec la température. Elle est à peu près la même pour les deux sortes, avec une légère différence en moins pour les œufs mâles. Par une température de 15° C., je l'ai vue se prolonger vingt-six heures et ne durer que douze heures avec 24° C.

» Avant d'atteindre leur maturité et de pondre leur premier œuf, les jeunes femelles bien nourries s'accroissent pendant quarante-trois heures

---

[1] *Comptes rendus*, t. CIX, p. 270; 1889.

avec 15° C. et pendant vingt heures seulement avec 25° C. Ici encore, on constate une légère différence en moins pour les pondeuses de mâles.

» Les pondeuses d'œufs parthénogénétiques mâles et femelles sont en état de produire jusqu'à 50 œufs. C'est le maximum que j'aie constaté. Mais elles meurent fréquemment avant d'atteindre ce chiffre extrême, n'ayant pondu que 35 à 45 œufs. Quand elles atteignent à ce maximum, elles peuvent encore vivre trois ou quatre jours dans un état de stérilité absolue, comme je l'ai déjà constaté chez *Adineta vaga*. Les pondeuses d'œufs fécondés ne dépassent jamais le nombre de 16 œufs et meurent même souvent après les dixième à douzième œufs.

» Le nombre d'œufs pondus dans les vingt-quatre heures varie un peu suivant les individus et suivant la nourriture, mais beaucoup suivant la température. Les chiffres les plus forts observés sont de 27 et 11 œufs parthénogénétiques mâles et de 18 et 7 œufs parthénogénétiques femelles, respectivement avec des températures de 24° et 15° C. Les pondeuses d'œufs fécondés ne dépassent pas le nombre de 5 œufs par jour, avec une température de 20° à 22° C. Ces quantités décroissantes sont d'ailleurs en rapport inverse avec les dimensions et le volume des trois sortes d'œufs.

» L'existence de l'Hydatine est toujours assez courte. La plus longue, observée par moi, est celle d'une pondeuse d'œufs parthénogénétiques femelles qui, après avoir pondu son cinquantième œuf le neuvième jour, vécut encore quatre jours en état de stérilité absolue. La température était de 18° C. Les pondeuses d'œufs fécondés ne durent pas plus de sept à huit jours, par des températures de 18° C. à 20° C. Les mâles vivent seulement deux jours et demi à trois jours.

» Jusqu'ici nous avons considéré les œufs d'hiver des auteurs comme des œufs fécondés. Je m'en suis assuré d'une façon absolument indiscutable, au moyen des expériences suivantes. J'ai tenu 796 femelles isolées dès leur naissance et à l'abri de tout contact des mâles. Toutes, sans aucune exception, ne m'ont pondu que des œufs parthénogénétiques mâles et femelles, ou œufs dits *d'été*. Au contraire, sur 172 femelles, auxquelles j'ai donné des mâles en *temps opportun*, 84 ont pondu des œufs fécondés, les 88 autres des œufs parthénogénétiques mâles et femelles. Tous les accouplements ne sont donc pas féconds. A plusieurs reprises, en effet, j'ai observé directement des femelles accouplées avec des mâles dans les conditions les plus favorables en apparence et qui cependant produisirent des

œufs parthénogénétiques. Mais je n'en suis pas moins certain qu'en opérant avec un peu plus de soin que je ne l'ai fait, on pourrait obtenir une proportion de pondeuses fécondées encore plus élevée que celle de mes expériences.

» Pour que les accouplements soient suivis de fécondation, les femelles doivent être très jeunes et avoir tout au plus six à huit heures depuis leur éclosion. J'en ai vu de fécondées immédiatement au sortir de l'œuf. La période la plus favorable m'a semblé comprise entre la première et la sixième heure après l'éclosion (température 20° C.). Les femelles plus âgées s'accouplent presque toujours sans résultat. Quant à celles qui ont déjà pondu, on peut les faire accoupler autant de fois qu'on voudra, on peut voir les spermatozoïdes grouiller dans leur cavité périentérique; mais elles continueront toujours à pondre des œufs parthénogénétiques, de la même sorte qu'auparavant.

» Les petits mâles s'accouplent en se fixant par leur pénis sur un point quelconque du corps des femelles, dont ils perforent la paroi extérieure pour injecter leur sperme. Plusieurs mâles (quelquefois cinq à six) peuvent donc s'accoupler simultanément avec une femelle. L'accouplement dure un peu moins d'une minute.

» Un seul accouplement suffit pour féconder une femelle. Un mâle possède donc la faculté d'en féconder plusieurs. Dans un cas, j'ai donné 7 femelles successivement à un même mâle. Il s'accoupla avec toutes et en féconda quatre, les première, deuxième, troisième et sixième.

» Ces observations et ces expériences, me semble-t-il, prouvent indiscutablement l'état fécondé des œufs d'hiver. Cette démonstration était utile à produire après les derniers travaux de Cohn lui-même (1863) et surtout après ceux de Joliet (1883) et de Plate (1886). Ce dernier observateur, résumant ses propres recherches et celles de ses prédécesseurs, en était arrivé à considérer le sperme de l'Hydatine comme ayant perdu toute activité. Il suppose que la suite du développement de la reproduction parthénogénétique, l'accouplement des Rotateurs n'aurait plus d'effet et persisterait seulement comme une réminiscence atavique, à l'instar des organes devenus rudimentaires.

» Au point de vue de leurs propriétés évolutives, les œufs de certains Rotateurs devront dorénavant être rapprochés de ceux des Abeilles, et considérés comme aptes à se développer indifféremment par parthénogenèse et par karyogamie. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur une particularité de structure des plantes aquatiques*. Note de M. C. SAUVAGEAU, présentée par M. Duchartre.

« Des stomates aquifères, dus soit à la transformation d'anciens stomates aérifères, soit à de petites déchirures, ont été indiqués chez un assez grand nombre de plantes terrestres; ils permettent une exsudation qui est une sorte de complément de la transpiration. Jusqu'ici, aucun organe comparable aux stomates aquifères n'a été indiqué chez les Phanérogames aquatiques. Toutefois, M. Borodin a décrit à la face inférieure et près de l'extrémité de la feuille des *Callitriche verna* et *autumnalis* une échancrure qui serait le résultat de la disparition de cellules stomatiques, mais dont il n'a pas précisé le rôle.

» Cependant, certaines plantes aquatiques possèdent des organes que l'on peut rapprocher des stomates aquifères. Ainsi, si l'on examine sous le microscope l'extrémité d'une feuille de *Potamogeton densus* par sa face supérieure, elle est arrondie et intacte; si on l'examine par sa face inférieure, on voit, un peu au-dessous du sommet, une légère échancrure qui correspond au point où aboutit la nervure médiane. Cette *ouverture apicale*, comparable à un stomate aquifère, doit mettre le système conducteur en relation avec l'extérieur. L'étude anatomique confirme cette supposition; car, sur une coupe transversale faite à la base ou au milieu du limbe du *P. densus*, la nervure médiane se compose d'une lacune vasculaire arrondie, renfermant quelques vaisseaux, et d'une partie libérienne. Tout près du sommet de la feuille, la lacune vasculaire s'élargit aux dépens de la partie libérienne, et sa section a la forme d'un croissant. Enfin, au sommet, à l'endroit où la nervure médiane s'ouvre à l'extérieur, elle se réduit à une lacune vasculaire large, arrondie, renfermant des vaisseaux relativement nombreux. D'ailleurs, sur des coupes longitudinales, on voit très bien la nervure médiane se courber légèrement à son extrémité pour venir s'ouvrir sur la face inférieure, un peu au-dessous du sommet. La feuille très jeune est, au contraire, entière et intacte. Cette ouverture apicale prend donc naissance par la chute de quelques cellules épidermiques, pendant le développement de la feuille.

» Toutes les feuilles submergées des diverses espèces de *Potamogeton* que j'ai étudiées m'ont montré une ouverture apicale. Tantôt celle-ci est située tout à fait au sommet, comme chez *P. acutifolius*, *P. compressus*,

P. obtusifolius, P. pusillus, P. trichoides, P. pauciflorus, P. Robbinsii, P. pectinatus, P. marinus, P. crispus, P. Claytonii, P. spirillus, P. Vaseyi. Tantôt la chute de cellules qui en est l'origine se fait un peu au-dessous du sommet de la feuille et sur la face inférieure, comme chez *P. perfoliatus, P. lucens, P. gramineus, P. rufescens, P. natans.* Dans le premier cas, la nervure médiane se prolonge directement jusqu'au sommet pour aboutir à l'ouverture apicale; dans le second, avant d'atteindre l'extrémité, elle se recourbe vers la face inférieure, y arrive au contact de l'épiderme, et c'est la chute des cellules épidermiques situées en ce point qui produit l'ouverture apicale; il s'y produit en même temps une multiplication des vaisseaux spiralés et réticulés. Le nombre des espèces chez lesquelles l'existence de cet organe a été constatée permet de conclure à sa généralité chez les *Potamogeton.*

» On le retrouve aussi chez certaines plantes marines. Ainsi les *Zostera marina, Z. nana, Z. Muelleri* sont généralement décrits comme ayant le sommet de leur limbe arrondi, ou légèrement creusé en son milieu. Or, le limbe d'une feuille très jeune est au contraire terminé en pointe, mais les cellules qui constituent cette pointe perdent de très bonne heure leur contenu, meurent et tombent. Cette desquamation a pour effet de permettre à la nervure médiane, qui se prolonge au delà du point où les nervures latérales se sont réunies à elle, d'aboutir à l'extrémité même de la feuille et de s'ouvrir à l'extérieur.

» On constate un fait semblable chez deux autres genres de Phanérogames marines, *Halodule* et *Phyllospadix.*

» Il n'a pas été fait jusqu'ici d'expériences ayant pour objet de montrer qu'il existe chez les plantes aquatiques une circulation d'eau semblable à celle qui, chez les plantes terrestres, aboutit à la transpiration. Certains auteurs considèrent même cette circulation d'eau comme nulle ou négligeable, à cause du milieu dans lequel vivent ces plantes et du degré d'infériorité des vaisseaux du bois. L'existence de l'ouverture apicale et des vaisseaux qui y aboutissent autorise cependant la supposition de ce courant d'eau. J'ai pu, en effet, me rendre compte par l'expérience que des branches de *Potamogeton* privées de racines aspiraient de l'eau par la section de leur tige en quantité plus grande que leur croissance ne le nécessitait. Il n'est pas douteux que, lorsque ces plantes sont pourvues de leurs longues et nombreuses racines, la quantité d'eau absorbée est plus considérable. Il doit donc y avoir normalement absorption d'eau par les racines et exhalation d'eau par les feuilles. Il est probable que l'ouver-

ture apicale joue un rôle important dans ce phénomène, bien que son existence ne soit pas indispensable à la vie de la plante, puisqu'on ne la retrouve pas chez les genres submergés *Ruppia*, *Zannichellia*, *Cymodocea*, *Thalassia*, etc.

» Les expériences dont j'ai rappelé le résultat ont été faites à la lumière diffuse; il est possible que, sous l'influence directe de la lumière solaire, il se produise, par suite d'échanges plus actifs, un phénomène semblable à celui que M. van Tieghem a appelé *chlorosudation*. Peut-être aussi, dans certaines conditions, l'ouverture apicale est-elle le siège d'une absorption de l'eau extérieure. Je donnerai d'ailleurs prochainement, et d'une manière plus étendue, les résultats de mes recherches sur ce sujet. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le prétendu pouvoir digestif du liquide de l'urne des Népenthes.* Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Duchartre.

« Les expériences de Ch. Darwin et d'autres expérimentateurs, sur les plantes dites *carnivores*, laissent à désirer au point de vue de la rigueur expérimentale; en outre, à l'époque où elles ont été faites, on ne connaissait pas comme aujourd'hui l'importance des microorganismes.

» M. Duchartre avait, il y a quelques années déjà, émis des doutes à propos des idées d'Ellis et de Curtis sur la Dionée, considérée par ces auteurs comme une plante carnivore. En 1875, de son côté, Ed. Morren était conduit par ses expériences sur le *Pinguicula* et le *Drosera* à une opinion absolument différente de celle qui a été soutenue par Darwin.

» Je me suis proposé de vérifier si l'opinion de Sir Dalton Hooker [1], qui considère les Népenthes comme plantes carnivores, était à l'abri de toute critique expérimentale. D'après mes expériences, j'ai le regret de ne pouvoir accepter cette opinion.

» Grâce à l'obligeance de M. Gérard, directeur du magnifique jardin de la Tête-d'Or, à Lyon, j'ai pu faire porter mes expériences sur un assez grand nombre d'espèces de Népenthes, en parfait état de végétation : *N. Rafflesiana, Hookeriana, coccinea, phyllamphora, distillatoria, hybrida, maculata*.

» Les urnes de toutes ces plantes renfermaient, avant l'ouverture de l'opercule, un liquide limpide, un peu filant, légèrement acide. Dans les

---

[1] Voir *Revue scientifique*, novembre 1874.

urnes ouvertes, le liquide était en général louche; on y trouvait des débris d'insectes, des insectes entiers, et ce liquide dégageait parfois une forte odeur de putréfaction.

» Le liquide des urnes fermées, *sur le point de s'ouvrir*, puisé au moyen d'une pipette à boule stérilisée et avec toutes les précautions convenables pour éviter l'introduction de germes venus du dehors, est resté limpide pendant plusieurs mois. Ce liquide, aussitôt après sa sortie de l'urne fermée, mis en contact avec des cubes d'albumine coagulée, n'a pas attaqué ces cubes, ni à la température du milieu ambiant, ni à celle de l'étuve chauffée à 35° ou 40°; le liquide resté limpide, filtré au bout de plusieurs heures, ne contenait pas de peptones.

» La même expérience répétée en puisant le liquide dans des urnes fermées directement, au moyen des tubes à culture de M. Pasteur renfermant des cubes d'albumine, a donné des résultats identiques : les angles des cubes sont restés absolument intacts. Le liquide, examiné au bout de plusieurs jours, ne renfermait pas de microorganismes ([1]) et aucune trace de putréfaction.

» Le liquide, puisé dans les urnes ouvertes depuis très peu de temps, étant encore clair, a attaqué au contraire, assez rapidement à la température ordinaire, et très rapidement à la température de l'étuve, les cubes de blanc d'œuf, qui se sont gonflés, sont devenus transparents, gélatineux, et ont perdu leurs angles; le liquide est devenu louche et, dans quelques tubes, il s'est développé une odeur de putréfaction manifeste. Le liquide louche renfermait de nombreux microorganismes de nature diverse et, après filtration, il nous a donné quelques-unes des réactions des peptones.

» Nous nous sommes abstenu de nous servir de fibrine fraîche, parce qu'elle se dissout dans certaines liqueurs acides sans qu'il y ait là une véritable digestion, et qu'elle aurait été cuite pendant la stérilisation; nous avons aussi évité l'emploi du cartilage qui aurait, dans l'autoclave, été en partie transformé en gélatine.

» Beaucoup d'urnes ouvertes renfermaient des insectes, non en voie de digestion, mais de putréfaction.

([1]) Toutefois, nous avons rencontré souvent dans ces tubes une *Torula* très analogue à celle de la levure de bière, qui y existe peut-être à l'état normal : elle se cultive bien dans les liqueurs sucrées et dans la gomme, et pourrait avoir pour effet de transformer la sécrétion sucrée en liquide acide; mais nos expériences sur ce point ne sont pas assez complètes pour qu'il nous soit permis de nous prononcer.

» La manière dont se comporte l'albumine cuite en présence du liquide des urnes de Népenthes, souillé ou non de microorganismes, nous permet de conclure :

» 1° *Que ce liquide ne renferme aucun suc digestif comparable à la pepsine et que les Népenthes ne sont pas des plantes carnivores;*

» 2° *Que les phénomènes de désagrégation ou de fausse digestion observés par M. Hooker étaient dus sans aucun doute à l'activité des microorganismes venus du dehors et non à une sécrétion de la plante.* »

BOTANIQUE. — *Recherches anatomiques sur les hybrides.* Note de M. **Marcel Brandza** [1], présentée par M. Duchartre.

« Les hybrides ont été, jusqu'à présent, considérés seulement au point de vue morphologique; mais, à ma connaissance, on ne s'est jamais préoccupé de leur étude anatomique. On peut, en effet, se demander de quelle manière les caractères tirés de la structure se transmettent dans l'hybride. Je résume dans cette Note quelques faits que j'ai pu constater en étudiant l'anatomie de plusieurs hybrides, et en la comparant ensuite, pour chacun d'eux, à celle des deux parents :

» 1° *Marrubium Vaillantii.* — La plante connue sous ce nom est, comme on sait, hybride entre le *Leonurus cardiaca* et le *Marrubium vulgare*. Les fleurs sont, à peu de chose près, celles du *Marrubium;* mais les feuilles ont, comme dans le *Leonurus,* un limbe à divisions profondes, attaché sur un long pétiole.

» L'étude anatomique de cet hybride m'a permis de relever dans sa structure un mélange très curieux de caractères particuliers, appartenant aux deux parents. Ainsi, dans le pétiole, la forme de la coupe transversale est elliptique et pourvue de deux ailes latérales, comme dans le *Marrubium,* mais les faisceaux sont disposés comme dans le *Leonurus*. En outre, on constate sur la face supérieure du pétiole des poils ramifiés comme dans la première espèce, tandis que les poils de la face inférieure sont non ramifiés, comme ceux de la seconde espèce.

» Dans la tige, on observe d'abord à la surface un mélange de poils simples et ramifiés. De même que dans le pétiole, la tige, bien que présentant sur une coupe transversale une forme identique à celle du *Marrubium*, a cependant le collenchyme et les faisceaux disposés comme dans le *Leonurus*.

» D'autres hybrides, comme l'*Æsculus rubicundo-flava* [2] et *Rosa rugoso-fim-*

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.

[2] Marcel Brandza, *Recherches anatomiques sur la structure de l'hybride entre l'*Æsculus rubicunda *et le* Pavia flava (*Revue générale de Botanique*, t. II, n° 19).

briata, m'ont montré dans tous leurs organes (tige, axe floral, feuille), de même que le *Marrubium Vaillantii,* une juxtaposition des caractères anatomiques particuliers aux deux parents et non pas une structure intermédiaire dans les tissus.

» 2° *Medicago falcato-sativa.* — Cette plante présente dans ses différentes parties (tige, axe floral, pétiole) et dans tous les tissus de ses organes comme une sorte de moyenne entre les structures des mêmes parties chez ses deux parents. Ainsi, par exemple, la tige, par la disposition de l'écorce, du liber, du bois et de la moelle, établit la transition entre la tige du *Medicago falcata* et celle du *Medicago sativa.*

» Il en est de même dans les hybrides *Cytisus Adami* et *Sorbus hybrida.*

» 3° *Cornus tricolor.* — Cet hybride, qui provient du *Cornus mas* et du *Cornus alba,* présente, par sa tige et par son pétiole, une structure exactement intermédiaire entre celles des deux parents ; mais, dans le limbe, les caractères des deux parents sont juxtaposés : l'épiderme est formé de cellules petites et fortement cutinisées comme dans le *Cornus alba,* tandis que le parenchyme est disposé comme dans le *Cornus mas.*

» Un fait semblable peut être remarqué chez le *Cirsium arvense-lanceolatum,* où la tige et l'axe floral sont, par leur structure, intermédiaires entre les deux parents, tandis que le pétiole présente à côté les uns des autres, mais non modifiés, des caractères particuliers à chacun des deux *Cirsium* dont la plante est issue.

» En résumé, on peut formuler, relativement aux hybrides que j'ai étudiés, les conclusions suivantes :

» 1° *Certains hybrides peuvent présenter dans leur structure une juxtaposition des caractères particuliers qu'on retrouve tels quels chez les deux parents* (Marrubium Vaillantii, Æsculus rubicundo-flava, Rosa rugoso-fimbriata).

» 2° *Dans d'autres exemples, la structure des différentes parties de l'hybride est, pour tous les tissus, simplement intermédiaire entre les deux parents* (Medicago falcato-sativa, Cytisus Adami, Sorbus hybrida).

» 3° *Enfin, d'autres hybrides ont dans certains organes une structure intermédiaire entre les tissus des deux parents, tandis que dans d'autres organes on y observe une juxtaposition de caractères anatomiques particuliers aux parents* (Cornus tricolor, Cirsium arvense-lanceolatum).

» Les exemples précédents font déjà voir quel peut être l'intérêt que présente l'étude anatomique des hybrides. Cette étude permettra, sans doute, en bien des cas, de résoudre des questions que la simple description extérieure des hybrides a laissées sans solution. »

M. **Christian Bohr** adresse, comme suite à la série de ses Communications précédentes, une nouvelle Note « Sur la quantité spécifique d'oxygène du sang, et son importance pour l'échange gazeux respiratoire ».

M. L. Barraud adresse, d'Angoulême, une Note sur un procédé qui pourrait être employé pour la destruction des lapins en Australie.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 aout 1890.

Théorie du navire; par J. Pollard et A. Dudebout, ingénieurs de la Marine, professeurs à l'École du Génie maritime, T. I. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; in-8°.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-Verbaux des séances de 1889. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; br. in-8°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux. 3e et 4e fascicule, 1889. Bordeaux, Feret et fils, 1890; in-8°.

A history of civilization in ancient India, based on sanscrit literature; by Romesh Chunder Dutt, Vol. III. Calcutta, Thacker Spink and C°, 1890; in-8°.

Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde; zweite Mittheilung. Berlin, von P. Stankiewicz's Buchdruckerei, 1890; br. in-4°.

Astronomisch-Geodätische Arbeiten, I. Ordnung. Berlin, von P. Stankiewicz, 1890; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 4 août 1890.)

Note de M. *Charles Henry*, Recherches expérimentales sur la sensibilité thermique :

Page 274, première ligne de la formule, *au lieu de* $(\log\theta + 373)$, *lisez* $(\log\theta + 273)$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AOUT 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CIX des *Comptes rendus* (2[e] semestre 1889) est en distribution au Secrétariat.

M. **H. Poincaré** fait hommage à l'Académie du premier Volume d'un Ouvrage intitulé : « Électricité et Optique ».

Ce Volume contient les Leçons professées par M. Poincaré à la Faculté des Sciences de Paris pendant le deuxième semestre de l'année scolaire 1888-1889, sur les théories de Maxwell et la théorie électromagnétique de la lumière. Ces Leçons ont été rédigées par M. *J. Blondin*.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Contribution à la theorie des expériences de M.* Hertz. Note de M. **H. Poincaré**.

« 1. Dans les calculs qui accompagnent les admirables expériences de M. Hertz, il s'est glissé une erreur importante qui n'a pas, à ce que je crois, été encore signalée.

» Pour calculer la période de l'excitateur primaire, M. Hertz applique une formule de Sir W. Thomson relative aux décharges oscillantes d'une bouteille de Leyde. D'après cette formule, la période est égale à

$$2\pi\sqrt{LC},$$

C étant la capacité du condensateur et L la self-induction du fil qui réunit les deux armatures. La capacité C est, par définition, le rapport de la charge d'une des deux armatures à la différence de potentiel des deux armatures.

» Dans les expériences de M. Hertz, le condensateur est remplacé par deux sphères de 15^{cm} de rayon, séparées par une distance de $1^{m},50$. Soient q la charge d'une des sphères, V son potentiel; soient $-q$ et $-V$ la charge et le potentiel de l'autre sphère; on aura, en mesure électrostatique,

$$q = V \times 15^{cm}.$$

» La charge d'une des armatures est q; la différence de potentiel est $2V$; on aura donc, d'après la définition de C,

$$C = \frac{q}{2V} = 7^{cm},5,$$

au lieu de 15^{cm}.

» La période calculée par M. Hertz se trouve ainsi égale à la véritable multipliée par $\sqrt{2}$.

» Pour l'excitateur auquel se rapporte le calcul du tome XXXI des *Annales de Wiedemann,* calcul que je viens de citer, la demi-longueur d'onde serait donc 375^{cm} au lieu de 531^{cm}. Pour celui qui a servi dans les expériences du tome XXXIV, elle serait 339^{cm} au lieu de 480^{cm}.

» Les expériences ayant donné dans l'air une demi-longueur d'onde de 480^{cm}, il en résulterait, si le calcul de la période était correct d'autre part, que la vitesse de propagation dans l'air serait égale à celle de la lumière multipliée par $\sqrt{2}$.

» C'est là une conclusion à laquelle on ne se résignerait déjà plus aisément. Heureusement, elle ne s'impose pas.

» En premier lieu, le calcul de la période n'est que grossièrement approximatif et M. Hertz est obligé d'y négliger diverses circonstances dont le rôle est peut-être important. Ainsi, il ne tient pas compte des courants de déplacement qui peuvent exister autour de l'excitateur et exercer une influence. M. J.-J. Thomson a cherché depuis à tenir compte de quelques-unes des circonstances négligées par M. Hertz, mais son calcul est encore assez grossièrement approché.

» Le calcul de la période, effectué rigoureusement en partant des hypothèses de Maxwell, nous donnerait-il la longueur d'onde observée? Il est difficile de le savoir sans l'avoir fait, mais cela me semble peu probable : l'influence des circonstances négligées me paraît trop petite pour qu'il en soit ainsi. Il est vraisemblable qu'on sera conduit à modifier la théorie de Maxwell, non pas dans ses traits essentiels, mais dans quelques-unes des hypothèses secondaires, par exemple en ce qui touche les conditions aux limites. Ainsi cette théorie, sous sa forme actuelle, exige que, dans le cas d'oscillations très rapides, les lignes de force électrique soient normales à la surface des conducteurs. Cette condition paraissait déjà à M. Hertz mal confirmée par ses expériences; ce que je viens de dire nous donne une nouvelle raison de l'abandonner.

» De nouvelles expériences pourront seules trancher ces questions. Je ne doute pas que l'admirable méthode expérimentale créée par M. Hertz ne nous en fournisse les moyens. Si le but que l'on croyait atteint est peut-être encore loin de nous, M. Hertz n'en a pas moins eu le rare bonheur, qui n'a été donné qu'à quelques hommes de génie, d'ouvrir aux investigations des chercheurs un champ entièrement nouveau.

» 2. Après ce que je viens de dire, il peut paraître superflu de tirer les conséquences mathématiques de la théorie de Maxwell sous sa forme actuelle. Mais d'abord, s'il semble que cette théorie doive être abandonnée, ce n'est là qu'une probabilité et non une certitude, et la comparaison des expériences avec un calcul *rigoureux* pourra seule nous donner cette certitude. D'autre part, si cette théorie doit être modifiée, c'est encore cette comparaison qui seule pourra nous faire savoir dans quel sens doivent se faire ces modifications.

» J'ai donc cherché, en partant des hypothèses actuellement admises, à calculer rigoureusement la période d'un excitateur de forme donnée. Je

n'y ai pas complètement réussi; mais les résultats obtenus, si incomplets qu'ils soient, ne me paraissent pas tout à fait indignes d'intérêt.

» Deux cas sont à distinguer : celui où l'excitateur se trouve placé dans un espace indéfini; celui où il est placé dans une chambre close par des parois conductrices et remplie par un diélectrique. Dans le premier cas, l'énergie se dissipe constamment par radiation, et l'amplitude des oscillations va en diminuant. On exprime ce fait, en langage analytique, en disant que la période est imaginaire et que la partie réelle représente la période observée et la partie imaginaire le décrément logarithmique.

» C'est dans le premier cas qu'on est placé dans les expériences ordinaires, pourvu que les parois de la salle soient, au moins en partie, assez éloignées pour n'exercer aucune influence; c'est malheureusement le second cas seulement que j'ai pu traiter. Peut-être des procédés analogues sont-ils applicables au premier cas, qui est plus compliqué.

» Un excitateur peut donner naissance à des vibrations de périodes différentes et qu'on peut appeler *harmoniques*, bien que ces périodes ne soient pas multiples les unes des autres.

» Soient

$$T_1, \quad T_2, \quad T_3, \quad \ldots$$

ces périodes rangées par ordre d'acuité croissante.

» Dans le second cas, la phase est la même en tous les points du diélectrique, ce qui n'arriverait pas dans le premier cas. Si nous désignons par L, M, N les composantes de la force magnétique, et si nous supposons que la vibration de période T_i existe seule, nous pourrons écrire

$$(1) \qquad L = L_i \cos n_i t, \qquad M = M_i \cos n_i t, \qquad N = N_i \cos n_i t,$$

$$n_i = \frac{2\pi}{T_i},$$

L_i, M_i et N_i étant des fonctions dépendant de x, y, z seulement et indépendantes du temps t.

» Je désigne par A l'inverse de la vitesse de la lumière, par $d\tau$ un élément de volume du diélectrique qui remplit la chambre close où est placé l'excitateur; toutes les intégrales que nous allons rencontrer sont des intégrales triples étendues à tous les éléments $d\tau$ de l'espace occupé par ce diélectrique à l'extérieur de l'excitateur et à l'intérieur de la chambre.

» Cela posé, considérons trois fonctions X, Y et Z de x, y et z assujetties aux conditions suivantes :

» 1° Elles doivent être finies et continues, ainsi que leurs dérivées du premier ordre, en tous les points du diélectrique;

» 2° Elles doivent satisfaire, dans tout le diélectrique, à l'équation dite *solénoïdale*

$$\frac{dX}{dx} + \frac{dY}{dy} + \frac{dZ}{dz} = 0;$$

» 3° A la surface qui limite le diélectrique, c'est-à-dire tant à la surface de l'excitateur qu'à celle des parois de la chambre, elles doivent être telles que le vecteur X, Y, Z soit tangent à cette surface.

» Dans ces conditions, la valeur du rapport

$$\rho = \frac{\int \left[\left(\frac{dZ}{dy} - \frac{dY}{dz} \right)^2 + \left(\frac{dX}{dz} - \frac{dZ}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dY}{dx} - \frac{dX}{dy} \right)^2 \right] d\tau}{\int (X^2 + Y^2 + Z^2)\, d\tau}$$

ne peut décroître au delà de toute limite.

» On peut donc choisir les fonctions X, Y et Z de telle façon que ce rapport soit minimum.

» Ce minimum est égal à

$$\frac{4\pi^2 A^2}{T_1^2},$$

et il est atteint quand on a

$$\frac{X}{L_1} = \frac{Y}{M_1} = \frac{Z}{N_1},$$

L_1, M_1 et N_1 étant les trois fonctions définies par les équations (1).

» Assujettissons encore les fonctions X, Y, Z à la condition

$$(2) \qquad \int (XL_1 + YM_1 + ZN_1)\, d\tau = 0;$$

le rapport ρ admettra encore un minimum plus grand évidemment que le précédent. Ce minimum sera égal à

$$\frac{4\pi^2 A^2}{T_2^2},$$

et sera atteint quand on aura

$$\frac{X}{L_2} = \frac{Y}{M_2} = \frac{Z}{N_2}.$$

» Si l'on assujettit maintenant X, Y, Z, non seulement à la condition (2), mais encore à la condition

$$(3) \qquad \int (XL_2 + YM_2 + ZN_2)\, d\tau = 0,$$

le nouveau minimum de ρ sera égal à

$$\frac{4\pi^2 A^2}{T_3^2},$$

et sera atteint pour

$$\frac{X}{L_3} = \frac{Y}{M_3} = \frac{Z}{N_3},$$

et ainsi de suite.

» On a ainsi les valeurs des périodes T_1, T_2, ..., ou tout au moins des inégalités auxquelles satisfont ces valeurs, et les conséquences mathématiques des hypothèses de Maxwell se prêteraient sans doute à une vérification expérimentale.

» J'ajouterai que les résultats précédents devraient être modifiés si la chambre, au lieu d'avoir une forme convexe, avait par exemple la forme d'un tore. En réalité, la différence se réduirait à ceci qu'on trouverait $T_1 = \infty$. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Tables météorologiques internationales;* présentées par M. **Mascart**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, au nom de M. H. Wild et au mien, un exemplaire des *Tables météorologiques internationales,* destinées à rendre uniformes, dans tous les pays, le calcul et la réduction des observations.

» Cette publication importante a été décidée en principe par le Congrès météorologique international réuni à Rome en 1879. L'exécution, dont le Comité international nous avait confié le soin dans sa réunion à Copenhague en 1882, en a été retardée par diverses circonstances; car il fallait établir une entente entre les représentants les plus autorisés de la Science sur l'étendue et la disposition des Tables, la direction des calculs, ainsi que sur le choix des formules de réduction. Le plan détaillé de cet Ouvrage a été approuvé, d'une manière définitive, par le Comité international dans sa réunion à Zurich en 1888, de sorte que deux années ont suffi pour mener cette entreprise à bonne fin.

» L'Ouvrage renferme une Introduction, rédigée en trois langues, français, allemand et anglais, qui donne l'indication des sources, l'explication complète des formules et la marche des calculs.

» Les Tables elles-mêmes comprennent plus de 300 pages de Tableaux numériques, dont les titres principaux et les sous-titres sont également en trois langues : elles pourront donc être facilement mises à profit dans tous les pays civilisés.

» Notre collègue, M. Scott, secrétaire du Meteorological Office de Londres, a bien voulu nous prêter son concours pour la rédaction et la revision du texte anglais.

» Les calculs ont été faits au Bureau central météorologique par M. Chauveau, météorologiste-adjoint, qui s'est chargé en outre de la correction des épreuves et de la rédaction de l'Introduction.

» C'est pour nous un devoir agréable de rendre hommage au désintéressement de MM. Gauthier-Villars, qui ont pris la responsabilité matérielle de cette œuvre considérable et nous ont donné l'appui précieux de leur expérience. Il est superflu d'ajouter qu'entre des mains aussi habiles l'exécution devait être de tout point remarquable.

» Nous espérons donc que cette publication, sous le patronage des Comités internationaux, contribuera à augmenter les relations entre les savants qui s'occupent du même ordre d'idées et sera favorablement accueillie. »

BOTANIQUE. — *Ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les fleurs de quelques* Tragopogon *et* Scorzonera; par M. **A. Trécul**.

« Dans le pédoncule des capitules de fleurs, il y a autour de la moelle un cercle de faisceaux variables en nombre et en dimension. De plus gros alternent avec de plus petits de grosseur moyenne, et entre ces deux sortes peuvent encore être interposés un ou deux fascicules plus grêles. Si l'on remonte à l'origine de ces faisceaux, on trouve, sous de très jeunes capitules, des vaisseaux d'abord isolés, droits ou un peu flexueux qui, parvenus près de l'évasement réceptaculaire, se partagent assez nettement en deux formes alternes (*Tragopogon pratensis*, etc.) : les uns montent souvent sans se ramifier tout d'abord et pénètrent parfois dans la nervure médiane des folioles externes de l'involucre, avant de posséder des rameaux; les autres, arrivés un peu au-dessous de ces folioles, donnent plusieurs

branches divergentes. Certaines de ces branches doivent se prolonger dans le plateau réceptaculaire et y donner des fascicules qui entreront dans les pédicelles des fleurs; les autres prendront part à la formation du réseau vasculaire que contiennent les parois de la coupe du réceptacle, lequel réseau est ordinairement précédé par un autre à mailles semblables composé de lacticifères.

» Si l'on suit l'ordre d'apparition des vaisseaux à l'intérieur des folioles de l'involucre des *Tragopogon pratensis, porrifolius*, etc., on trouve fort souvent que le premier vaisseau de la nervure médiane commence libre par les deux bouts dans la région moyenne de la foliole, quelquefois même plus haut. Parfois aussi ce premier vaisseau débute sur deux points différents de la même nervure. Cela se voit dans des folioles de *Tr. pratensis* de $2^{mm},20$ à $3^{mm},15$ de hauteur. Après que le premier vaisseau de la nervure médiane s'est étendu dans toute la longueur de celle-ci, apparaît, de chaque côté de la lame, ou même d'abord d'un seul côté, le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal. Il naît aussi ordinairement ou très souvent libre par les deux bouts, loin de la base de la foliole, et peut commencer également sur deux ou même sur plusieurs points à la fois, dans des folioles hautes de $4^{mm},50$ à $4^{mm},65$. Quand ce premier vaisseau latéral longitudinal, qui n'est pas réuni à la nervure médiane près du sommet, occupe le reste de la longueur de la foliole, le premier vaisseau d'un deuxième faisceau latéral longitudinal, plus externe que le premier, peut commencer de même, loin de la base, sur un seul ou sur deux points à la fois. Alors peut débuter, à peu près en même temps, dans des folioles de 7^{mm} à $7^{mm},25$ de hauteur, le premier vaisseau d'un faisceau latéral secondaire, qui s'interpose à la nervure médiane et au premier latéral longitudinal, vers les deux tiers de la hauteur de la foliole. Ce vaisseau interposé est parfois relié à la nervure médiane par son bout inférieur, mais il peut continuer à être allongé par en bas, par des fragments vasculaires qui s'y ajoutent.

» Pendant qu'un troisième faisceau latéral longitudinal primaire plus externe se développe (fol. de $7^{mm},50$), d'autres faisceaux secondaires s'interposent au premier latéral longitudinal et au deuxième et même à la nervure médiane et au premier secondaire interposé. A mesure que la foliole avance en âge, des interpositions de faisceaux semblables se multiplient entre les faisceaux longitudinaux nouveaux et les plus anciens. Tous ces faisceaux sont, en outre, reliés entre eux çà et là par des nervures plus ou moins obliques ou horizontales. Ce n'est qu'en dernier lieu que de tels fais-

ceaux secondaires sont produits dans la partie inférieure de la foliole, où ils s'insèrent sur les faisceaux longitudinaux primaires. Quant à ceux-ci leur insertion est assez diverse. Le premier faisceau latéral longitudinal de chaque côté s'insère d'ordinaire sur le bas de la nervure médiane, et le deuxième latéral longitudinal sur le côté du premier; mais quelquefois ce deuxième faisceau latéral longitudinal, quoique uni avec le premier, est prolongé par en bas par un assez gros faisceau longitudinal de la paroi du réceptacle. Dans ce cas, les troisième, quatrième et cinquième faisceaux latéraux longitudinaux, unis les uns aux autres par la base et avec le deuxième, le sont aussi avec les mailles du réseau de la paroi réceptaculaire.

» Il est des cas remarquables et particuliers que je ne dois pas omettre. Il arrive quelquefois que les faisceaux latéraux longitudinaux d'une foliole, plus externes que le premier latéral longitudinal, sont insérés, non sur le premier latéral longitudinal de la foliole à laquelle ils appartiennent, mais sur le premier latéral longitudinal d'une foliole voisine à bord superposé, ou sur un autre faisceau du réceptacle. J'ai même trouvé un exemple dans lequel trois folioles de l'involucre, également à bords superposés, étaient reliées de la manière suivante. Un rameau basilaire de la nervure médiane, ayant l'insertion du premier latéral longitudinal de la foliole de gauche par rapport aux deux autres, portait le premier faisceau latéral longitudinal de la deuxième foliole (haute de 12^{mm}) et aussi son deuxième latéral longitudinal, donnant insertion aux faisceaux plus externes. Ce même rameau de la première foliole, en se prolongeant, allait se terminer dans le côté de la troisième foliole, dont il continuait par en bas le deuxième latéral longitudinal [1].

» De la face interne de la coupe réceptaculaire partent, ai-je dit, des faisceaux qui s'étendent dans le plancher du réceptacle, et dont de petites branches, venues de directions diverses, se dressent au-dessous de chacune des fleurs rudimentaires. Voyons ce qui, à cet âge, s'accomplit dans les jeunes fleurs.

» Les premiers vaisseaux de ces fleurs apparaissent en haut des très jeunes ovaires infères, à peu près au niveau de l'aigrette naissante, dans des fleurs de 1^{mm} de hauteur du *Tragopogon majus*, l'ovaire n'ayant que

---

(1) Ce que j'ai dit de l'évolution des vaisseaux dans les folioles de l'involucre se rapporte surtout à ceux du *Tragopogon pratensis*, dont le développement est plus régulier que dans d'autres espèces.

$0^{mm},25$, et même dans des fleurs de $0^{mm},75$, l'ovaire n'ayant que $0^{mm},20$, et aussi dans des fleurs du *Trag. pratensis* et du *Tr. porrifolius*, hautes de $1^{mm},50$ à $1^{mm},65$, l'ovaire ayant $0^{mm},40$. Là se forment, au-dessous des étamines, cinq petits groupes oblongs de quelques cellules vasculaires minuscules, que l'on trouve également dans le *Scorzonera hispanica*, etc. Ces groupes vasculaires s'allongent bientôt par en haut et se prolongent chacun dans le filet d'une étamine.

» Les vaisseaux de ces filets, en suivant l'extension du tissu du tube de la corolle, qui les enveloppe, se dilatent longitudinalement, se décomposent et disparaissent résorbés dans leur partie inférieure.

» Après la naissance de ces premiers vaisseaux dans le haut de l'ovaire, il en est formé dans la partie supérieure de la corolle. Ici se présentent deux cas : ou bien les premiers de ces vaisseaux apparaissent dans les lobes mêmes de la corolle (*Scorzonera hispanica*), ou bien ils débutent au-dessous des sinus rentrants que font les lobes à leur jonction basilaire (*Tragopogon pratensis*).

» Dans le *Scorzonera hispanica*, ce n'est que dans des fleurs de 5^{mm} à 6^{mm} qu'apparaissent les vaisseaux dans les lobes de la corolle. Il se forme d'abord, vers le milieu des lobes moyens, une sorte de croissant vasculaire renversé, ou bien dans un des côtés ou dans les deux côtés à la fois, un groupe vasculaire renflé par en haut, atténué par en bas. Ces deux groupes s'unissent par leur partie renflée vers le milieu du lobe, près d'une touffe de poils courts, à sommets obtus, arrondis.

» Les extrémités inférieures atténuées de ces groupes vasculaires ou du croissant se prolongent en suivant les côtés du lobe jusqu'à la rencontre du vaisseau ou fascicule semblable qui descend du lobe adjacent. Les deux fascicules arrivés en contact se fusionnent et continuent de s'allonger au-dessous du sinus correspondant, sans interruption ou par des fragments qui s'ajoutent les uns aux autres de haut en bas. Il est à remarquer que les vaisseaux ou fascicules des lobes marginaux sont ordinairement en retard sur ceux des lobes moyens. Dans une fleur de 8^{mm}, les fascicules opposés aux sinus médians sont déjà fort longs, quand ceux des lobes latéraux ne font que commencer à allonger leur pointe inférieure.

» Dans des fleurs de 3^{mm} du *Tragopogon pratensis*, les vaisseaux de la corolle débutent à très petite distance au-dessous de l'un des sinus rentrants latéraux, ou sous les deux latéraux à la fois. Dans une corolle qui n'avait encore qu'un tel vaisseau long de $0^{mm},36$, il était placé à $0^{mm},30$ au-dessous du sinus correspondant. Dans une corolle où il y avait un vaisseau

sous chaque sinus latéral, l'un avait $0^{mm},18$ de longueur, l'autre $0^{mm},30$. D'autres fleurs en avaient, en outre, sous les deux sinus médians. Dans cette plante également, les vaisseaux des lobes latéraux sont en retard sur ceux qui sont opposés aux sinus médians, et les vaisseaux marginaux sont toujours les derniers formés. Dans une fleur de $4^{mm},50$, les vaisseaux peuvent descendre jusque vers le milieu de la jeune corolle, quand ceux des lobes n'ont pas encore commencé. Ils débutent dans ces lobes en dessinant un V renversé Λ, ou en formant, l'une après l'autre, les deux branches de ce V, qui s'unissent ensuite au sommet, et au-devant desquelles peuvent monter les vaisseaux commencés plus bas sous les sinus correspondants.

» Il y a, dans la corolle des plantes nommées, six fascicules vasculaires, unis deux à deux dans les lobes, comme je viens de le dire. Quatre sont opposés aux sinus rentrants qui séparent les lobes, deux suivent de haut en bas les bords de la corolle. Chacun des quatre premiers va se terminer à un groupe vasculaire substaminal du sommet de l'ovaire; c'est-à-dire que les deux opposés aux sinus médians, qui sont les deux dorsaux ou postérieurs de la corolle, vont s'insérer sur les deux groupes dorsaux de l'ovaire. Les fascicules qui correspondent aux sinus latéraux vont poser leur extrémité inférieure sur les deux groupes vasculaires latéraux substaminaux du même ovaire. Or il y a six fascicules dans la corolle, et il n'existe, nous l'avons dit, que cinq groupes vasculaires dans le haut de cet ovaire. Où devront donc s'insérer les deux fascicules marginaux restants de la corolle? Ces deux fascicules, qui suivent les bords de la lame pétaline, se rapprochent au sommet du tube de la corolle; ils restent quelquefois séparés l'un de l'autre dans toute la longueur du tube, et chacun d'eux peut aller isolément s'unir au côté du groupe vasculaire substaminal qui porte l'étamine antérieure. Cela se voit très souvent dans les fleurs du *Trag. pratensis*, quelquefois dans celles des *Trag. porrifolius* et *majus;* mais dans ces espèces mêmes on peut trouver les fascicules marginaux unis, fusionnés par le bas, sur une longueur variable, au-dessus de leur union avec le groupe vasculaire substaminal antérieur de l'ovaire. Dans d'autres espèces, les deux fascicules marginaux de la corolle sont fusionnés dans toute la longueur du tube corollin (*Scorzonera angustifolia, eriosperma, hispanica,* etc.). Je ne les ai vus séparés qu'une fois dans le *Scorz. eriosperma*.

» Les vaisseaux des branches stigmatiques naissent toujours après ceux de la corolle et avant ceux du style. Dans des fleurs hautes de $4^{mm},50$ du *Tragopogon pratensis,* ils débutent vers la région moyenne des branches

stigmatiques. Il en est de même dans le *Trag. porrifolius;* mais ces vaisseaux peuvent y apparaître sur un ou deux points à la fois. Ils peuvent arriver déjà dans le haut du style dans des fleurs de 7^{mm}. Dans des fleurs de 11^{mm} à 12^{mm}, les vaisseaux de l'un des stigmates peuvent commencer à descendre dans le côté correspondant du style, et simultanément deux vaisseaux peuvent monter de l'ovaire dans la partie inférieure du style. Dans une fleur de 16^{mm}, les vaisseaux des stigmates et ceux des côtés correspondants du style étaient continus dans toute la longueur de ces organes. Dans des fleurs de 5^{mm} et 6^{mm} du *Scorzonera hispanica,* les vaisseaux des stigmates peuvent débuter par un fragment très court et quelquefois par trois fragments dans chaque branche, dont un médian qui peut être plus long que les autres. On y trouve aussi parfois un fragment vasculaire dans un côté du style, en même temps que deux vaisseaux montent, chacun de son côté, du haut de l'ovaire. D'ordinaire, les vaisseaux ou fascicules du style divergent à leur partie inférieure, et chacun va s'insérer sur l'un des groupes vasculaires latéraux du sommet de l'ovaire; mais dans quelques cas, qui paraissent exceptionnels, l'un s'insère sur un de ces groupes latéraux de l'ovaire, et l'autre sur le groupe ou faisceau postérieur du côté opposé de cet ovaire.

» Ce n'est qu'après l'apparition des vaisseaux dans les parties mentionnées de la fleur, que se forment les vaisseaux pariétaux de l'ovaire infère. Ils résultent le plus souvent du prolongement par en bas des cinq faisceaux ou groupes substaminaux originels. Ces faisceaux grossissent souvent beaucoup dans leur partie supérieure, tout en s'allongeant en devenant de plus en plus grêles par en bas. Ils vont s'unir avec les vaisseaux qui, commencés dans le réceptacle, les attendent dans le pédicelle de la fleur. Cet allongement de haut en bas des faisceaux pariétaux de l'ovaire se voit déjà dans des fleurs de $8^{mm},50$ du *Scorzonera hispanica,* de 7^{mm} du *Scorzonera eriosperma.*

» Dans les *Tragopogon porrifolius*, les faisceaux de l'ovaire de fleurs de 7^{mm} peuvent aussi s'allonger de haut en bas, en s'atténuant comme il vient d'être dit; mais leurs vaisseaux peuvent également se former librement dans la région moyenne de l'ovaire, loin des faisceaux substaminaux. On en peut trouver ainsi deux, trois ou cinq d'inégale longueur, libres par les deux bouts, et toutefois dans le prolongement des faisceaux substaminaux. Ils n'arrivent pas tous en même temps à la base de l'organe femelle. Ce début des vaisseaux pariétaux de l'ovaire, d'abord libres par les deux bouts, est assez fréquent aussi dans le *Scorzonera hispanica.*

» Dans des fleurons ouverts, à languette épanouie des *Tragopogon pratensis, majus, Scorzonera eriosperma,* etc., on voit des branches vasculaires des faisceaux substaminaux passer de ceux-ci dans les rayons de l'aigrette, au moins dans les principaux, et s'y prolonger à une assez grande hauteur; on les suit quelquefois sur une longueur de 5^{mm} à 6^{mm}. L'observation est moins facile dans le *Scorz. hispanica.*

» Ces vaisseaux, qui sont très grêles, débutent loin de l'ovaire, dans les branches mêmes de l'aigrette. Ils sont ordinairement précédés et souvent accompagnés par des laticifères composés de cellules superposées. J'en ai vu commencer dans les *Trag. pratensis, majus,* etc., par un vaisseau très grêle; une fois il était long de $0^{mm},30$ et situé à $1^{mm},30$ au-dessus de l'insertion du rayon de l'aigrette qui le contenait. D'autres rayons montraient, à une certaine hauteur, un fascicule de deux, trois ou quatre vaisseaux, qui se prolongeait par sa partie supérieure en s'atténuant, et qui, par en bas, se terminait par un vaisseau très ténu, quelquefois à $0^{mm},50$ au-dessus de la base du rayon. Dans quelques autres rayons de l'aigrette, les vaisseaux s'arrêtent plus haut, à 1^{mm} ou $1^{mm},20$; mais, en avançant en âge, leur extrémité inférieure se rapproche peu à peu de l'ovaire, et ils finissent aussi par s'insérer sur les faisceaux substaminaux. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Tuberculose expérimentale. Sur un mode de traitement et de vaccination.* Note de MM. **J. Grancher** et **H. Martin.**

« Le 19 novembre 1889, nous avons déposé, par l'intermédiaire de M. Dujardin-Beaumetz, sur le Bureau de l'Académie de Médecine, un pli cacheté où il est consigné que, par un mode de traitement, nous avons réussi à arrêter pendant longtemps l'évolution de la tuberculose expérimentale sur le lapin.

» La publicité que M. R. Koch vient de donner, à l'ouverture du Congrès international de Berlin, aux résultats qu'il a obtenus en rendant des cobayes réfractaires à la tuberculose ou en les guérissant d'une tuberculose déjà avancée, nous conduit à faire connaître un peu plus tôt que nous ne l'aurions voulu nos recherches sur le même sujet.

» Dans toutes nos expériences, nous avons choisi le lapin, et, comme

voie d'inoculation, l'injection intraveineuse, parce qu'on obtient ainsi avec certitude une tuberculose qui tue dans un temps court et à peu près fixe, avec des lésions constantes du foie, de la rate et du poumon, et qui échappe à tout traitement local. La tuberculose ainsi conférée étant toujours mortelle, nous avons là une base solide qui permet d'apprécier exactement les résultats positifs ou négatifs d'une méthode quelconque tendant à conférer l'état réfractaire ou à guérir après infection.

» 1. *Traitement de la tuberculose expérimentale après infection.* — Nous avons toujours opéré d'après un plan uniforme.

» Lapins traités et lapins témoins étaient inoculés en même temps dans la veine de l'oreille avec la même quantité d'une culture virulente délayée dans un peu d'eau stérilisée. Le poids de chaque animal était pris chaque jour, et nous guidait dans l'application du traitement.

» Dans ces deux dernières années, nous avons expérimenté sur 42 lapins, dont 15 témoins et 27 traités, en diverses séries. Nos résultats sont, d'une manière générale, conformes à ceux de la série suivante, où le traitement a été efficace chez *tous* les lapins traités :

» Le 31 décembre 1889, 7 lapins reçoivent dans la veine de l'oreille la même quantité d'une culture très virulente. Le lapin témoin meurt le 23 janvier, 23 jours après l'inoculation. 5 des lapins traités ont vécu 126, 176, 176, 184 et 189 jours. Le sixième est encore vivant, 229 jours après l'inoculation.

» L'autopsie est presque négative. La rate est petite, le foie paraît sain, sans aucun bacille tuberculeux. On ne trouve dans les espaces portes péri-lobulaires que quelques cellules embryonnaires, traces du processus tuberculeux en voie de guérison.

» 2. *Vaccination contre la tuberculose expérimentale.* — Nous nous sommes appliqués à obtenir des virulences graduées jusqu'à la perte même de la virulence, et, quoique cette échelle n'ait rien de mathématique, elle est suffisante toutefois pour être utilisée à peu près comme le sont les moelles desséchées dans la méthode de M. Pasteur pour le traitement de la rage.

» Nous désignerons sous le nom de virulence n° 1 les cultures les plus virulentes de notre série, qui tuent le lapin, par injection intraveineuse en 15 jours ou un mois. Les virulences n°s 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 sont successivement décroissantes. Ces dernières cultures, du n° 10 au n° 7 inclusivement, réensemencées, ne se développent plus ; elles sont sans effet sur les lapins. Les virulences n°s 2 et 3 sont mortelles, mais avec des échéances

variables, selon la résistance de l'animal. Ces échéances sont variables, à plus forte raison, avec les virulences nos 4, 5 et 6.

» Une de nos premières séries remonte au 27 août 1889. Ce jour-là 5 lapins ont reçu, dans la veine de l'oreille, chacun une demi-seringue de Pravaz de culture très affaiblie à virulence n° 6. Le 3 septembre, les mêmes lapins ont reçu la virulence n° 3, et le 12 septembre encore la même culture n° 3; puis le 26 septembre la virulence n° 2 et enfin le 15 octobre la virulence n° 1. Nous inoculons ce jour-là, en même temps que les lapins vaccinés, 3 lapins neufs comme témoins.

» Ceux-ci meurent les 28 octobre, 2 novembre et 5 novembre, avec les lésions classiques de la tuberculose expérimentale : rate énorme, foie muscade, poumons criblés de granulations tuberculeuses. Parmi les vaccinés, 3 sont morts, en même temps que les témoins, les 21 et 26 octobre et le 3 novembre, et avec les mêmes lésions. Mais 2 ont résisté, l'un jusqu'au 17 décembre, l'autre jusqu'au 7 janvier 1890. Ils ont succombé avec des lésions tuberculeuses légères.

» Cette tentative ayant paru nous donner un résultat partiel, malgré l'insuffisance de la vaccination, qui ne comportait que les cultures affaiblies nos 6, 3, 3 et 2, avant la culture très virulente, nous avons fait de nouvelles séries en multipliant nos cultures vaccinales et en nous arrêtant à la virulence n° 2. Nous avons obtenu ainsi de très bons résultats. Dans une série, notamment, composée de 9 lapins vaccinés et de 2 témoins, nous avons encore 5 de ces animaux inoculés le 23 janvier avec la culture n° 2, mortelle, et vivant encore sept mois après cette inoculation.

» Mais, en nous arrêtant à la virulence n° 2, les témoins ne meurent pas tous dans le même temps, et l'immunité conférée par la vaccination en paraît moins probante. Nous avons donc, dans une dernière série, vacciné 11 lapins par les cultures nos 6, 5, 4, 3 et 2, du 30 janvier au 25 mars; et, le 10 avril, ces 11 lapins vaccinés ont reçu, en même temps que 2 témoins, la culture n° 1. Nous n'avons pris que 2 témoins parce que, ainsi que nous l'avons dit précédemment, cette culture n° 1 est toujours mortelle à bref délai.

» Les témoins sont morts les 3 et 10 mai, soit 23 et 30 jours après l'inoculation d'épreuve. Les 11 vaccinés ont résisté bien davantage : 2 sont morts les 16 et 26 juin; 2, les 7 et 29 juillet; 4, les 4, 7 et 9 août. 3 sont encore vivants plus de quatre mois après l'inoculation la plus virulente.

» *Conclusion.* — Nous croyons donc avoir réussi, d'une part, à donner

aux lapins une résistance prolongée contre la tuberculose expérimentale la plus rapide et la plus certaine et, d'autre part, à leur conférer, contre la même maladie, une immunité dont il reste à déterminer la durée.

» Les résultats obtenus par M. R. Koch, sur les cobayes, l'ont été, très vraisemblablement, par des méthodes et des procédés différents des nôtres, puisque, au moins en ce qui concerne la vaccination, M. Koch n'y fait aucune allusion. Il est donc permis d'espérer que nous aurons, quelque jour, plusieurs moyens de combattre efficacement le bacille tuberculeux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une lampe électrique portative de sûreté, pour l'éclairage des mines.* Note de M. **G. Trouvé**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai l'honneur de rappeler à l'Académie, à propos de la catastrophe de Saint-Étienne, que je lui ai déjà fait présenter, dans sa séance du 3 novembre 1884 (*Comptes rendus*, t. XCIX), par M. Jamin, la première lampe électrique portative de sûreté.

» Cette lampe est employée dans les poudreries de l'État, Sevran-Livry et le Ripault; dans les écoles d'application d'Artillerie et du Génie de Versailles, Toul, Verdun, Épinal, Belfort; par la Compagnie parisienne du Gaz et, à l'exclusion de toute autre, par les pompiers de Paris et la Marine italienne.

» Le courant qu'elle fournit est de 1,5 ampère et 11,4 volts, soit 17,10 watts pendant trois heures; c'est-à-dire 51,30 watts-heure. Cette énergie correspond à une intensité de 4,2 bougies pendant trois heures ou de 1 bougie pendant douze à treize heures, éclairage bien supérieur à celui des lampes minières ordinaires.

» Je puis donc assurer que cette lampe électrique portative de sûreté rendrait, dans les mines, les mêmes services que ceux qu'elle rend chaque jour aux sapeurs-pompiers de Paris, à la Compagnie du Gaz, etc.

» D'ailleurs, les conditions de construction d'une lampe minière parfaite sont tout indiquées par les travaux mêmes de Gaston Planté, dont les éléments doivent seulement acquérir une formation rapide. Dans cet ordre d'idées, j'ai réalisé un flambeau, d'un faible poids et d'un petit volume, utilisé à l'Opéra dans le ballet d'*Ascanio*.

» Il est formé de six accumulateurs, genre Planté; son poids est de 420^{gr} et il fournit pendant quarante minutes un courant de 3 ampères et 10 volts, soit 30 watts, ce qui équivaut à un éclairage de 7,5 bougies, ou bien d'une bougie en cinq heures.

» Avec un poids de 840^{gr}, on aura une bougie pendant dix heures, et avec un poids de 1260^{gr} une bougie pendant quinze heures. »

M. Launette, M. G. Potel, M. A. Guasco adressent diverses Communications relatives aux explosions de grisou.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Essai d'une théorie concernant une classe nombreuse d'annuités viagères sur plusieurs têtes et exposition d'une méthode propre à les formuler rapidement.* Note de M. A. Quiquet.

« Certaines annuités viagères sur plusieurs têtes, que, pour faciliter le langage, j'appellerai *rentes de simple survivance,* peuvent être reliées par une théorie d'ensemble qui, je crois, n'a pas encore été donnée et dont je vais essayer, avec l'autorisation de l'Académie, d'indiquer ici les bases. Cette théorie, d'un caractère élémentaire, peut rendre quelques services, car elle conduit à une méthode fort simple, que j'exposerai ensuite, pour mettre en formule ces annuités.

» Proposons-nous d'abord de calculer, pour un groupe déterminé d'individus, la probabilité que d, $d+\alpha$, ..., $d+\delta$ au plus seront morts *dans un ordre quelconque,* au bout du temps t; ces décès, dans chaque problème particulier, surviendront soit au hasard, soit sur des têtes désignées à l'avance, mais leur nombre maximum sera inférieur, d'une unité au moins, au nombre total des individus considérés. Cette dernière restriction est toute naturelle dans les questions d'annuités viagères, car il est absurde de supposer qu'un terme d'une telle rente serait payable alors qu'il n'existerait *aucun survivant* pour le recevoir.

» Il est aisé de se convaincre que l'expression de cette probabilité P_t rentre dans la forme

$$(1) \qquad \Sigma\, m_a p_a^t + \Sigma\, m_{ab} p_{ab}^t + \ldots + m_{ab\ldots l}\, p_{ab\ldots l}^t;$$

$a, b, \ldots, l$ sont les âges de toutes les têtes en jeu ; $p^t_{gh\ldots k}$ désigne la probabilité, pour le groupe d'individus dont les âges actuels sont $g, h, \ldots, k$, d'exister encore en entier au temps t ; les coefficients m ne dépendent pas de t, et les Σ s'étendent à toutes les combinaisons possibles que l'on peut former avec tous les individus compris dans la question et en les considérant un à un, deux à deux, ...

» Appelons E l'événement dont la probabilité est P_t; représentons pareillement par E', E'', ... des événements analogues à E, de probabilités respectives P'_t, P''_t, ... Supposons que chacun d'eux, s'il survient, donne lieu, à l'époque t, au payement de sommes respectivement égales à ρ, ρ', ρ'', ... Si E, E', E'', ... s'excluent mutuellement, l'*espérance mathématique* de toutes ces sommes à payer à l'époque t est

$$\mathcal{E}_t = \rho P_t + \rho' P'_t + \rho'' P''_t + \ldots.$$

» Pour plus de généralité, nous conviendrons que ρ, ρ', ρ'', ... peuvent être *reçues ou payées* par ceux qui survivront; elles sont seulement assujetties à être indépendantes de t.

» Cette espérance mathématique s'évalue par

$$\mathcal{E}_t = \Sigma R_a p^t_a + \Sigma R_{ab} p^t_{ab} + \ldots + R_{ab\ldots l} p^t_{ab\ldots l};$$

les R sont indépendants de t et les Σ s'entendent comme précédemment. La *valeur actuelle* de ces diverses sommes est

$$\mathcal{E}_t (1 + i)^{-t},$$

en représentant par i l'intérêt de 1fr pendant l'unité de temps.

» Pour constituer une *rente de simple survivance*, il suffit maintenant de faire varier t, resté fixe dans ce qui précède, depuis la valeur 1 jusqu'à une limite assez grande pour que la tête la plus jeune atteigne l'âge extrême assigné par la Table de mortalité dont on fait usage. La valeur X de cette rente peut donc s'écrire

$$X = \Sigma \mathcal{E}_t (1 + i)^{-t},$$

les limites de t ayant été ainsi définies. Ou encore

$$X = \Sigma R_a X_a + \Sigma R_{ab} X_{ab} + \ldots + R_{ab\ldots l} X_{ab\ldots l}. \qquad (2)$$

» Dans cette formule X_g, X_{gh}, ... désignent respectivement les annuités viagères de 1fr payable pendant l'existence d'un individu d'âge g, pendant

l'existence simultanée des têtes d'âges g et h, ...; les Σ s'entendent comme dans (1).

» On a ainsi ce théorème :

» THÉORÈME. — *Une rente de simple survivance est une fonction linéaire et homogène des diverses annuités viagères de* 1^{fr} *payable pendant l'existence séparée de toutes les têtes considérées, et pendant leur existence commune dans les différents groupes qu'elles forment deux à deux, trois à trois, etc.*

» Comme corollaire, notons que certaines annuités viagères ne diffèrent des rentes de simple survivance que par leur premier terme, payable d'avance; il suffit alors de faire abstraction de ce premier terme, quitte ensuite à ajouter sa valeur actuelle. Ce corollaire a son importance pour la transformation des payements par primes uniques en payements par primes annuelles.

» Lorsqu'on cherche la formule d'une rente de simple survivance dont un énoncé particulier fixe les conditions, voici la marche que l'on peut suivre.

» L'énoncé indique le terme de rente qui doit être servi à la tête d'âge a, si elle survit à toutes les autres; la valeur de ce terme n'est autre chose que le coefficient R_a de la formule (2). On détermine pareillement R_b, ..., R_l. Si les deux individus d'âges a et b survivent seuls à tous les autres, on a également dans l'énoncé la somme A_{ab} qu'il faut leur servir pendant leur existence commune, à chaque unité de temps. Or

$$A_{ab} = R_a + R_b + R_{ab}.$$

Comme R_a et R_b sont précédemment connus, on a R_{ab}, et ainsi de suite; en opérant de proche en proche, chacun des coefficients s'obtient par une équation du premier degré à une inconnue.

» Cette méthode peut se résumer dans la règle suivante, que l'on applique de proche en proche comme ci-dessus :

» RÈGLE. — *Pour déterminer* $R_{gh\ldots k}$, *on remplace, dans le second membre de* (2), *par zéro toutes les annuités où intervient au moins une tête autre que celles d'âges* $g, h, \ldots, k$, *et par l'unité toutes les annuités qui restent; on égale le résultat à la quantité* $A_{gh\ldots k}$ *indiquée par l'énoncé comme terme de la rente à servir pendant l'existence commune de ces mêmes têtes.*

» Je terminerai par deux remarques. La première, c'est que ces rentes

de simple survivance forment une classe nombreuse, qui renferme en particulier les rentes ordinaires de survie, les rentes viagères immédiates sur deux ou plusieurs têtes sans réversion, et avec réversion partielle ou totale, etc. La seconde est relative à la méthode que je viens d'indiquer; n'exigeant que des opérations pour ainsi dire automatiques, elle dispense des théories délicates auxquelles on a habituellement recours et qui ne sont pas sans dangers. Je n'en veux pour preuve qu'une erreur de formule commise par Myrtil Maas dans un problème sur trois têtes, erreur due précisément à une application vicieuse du Calcul des probabilités. »

PHYSIQUE. — *Expériences d'aimantation transversale par les aimants.* Note de M. C. **Decharme.**

« On sait que l'aimantation transversale d'un cylindre d'acier se produit lorsqu'on fait passer un courant électrique dans le sens de sa longueur. Mais on peut aimanter transversalement un cylindre, un barreau prismatique, une lame d'acier, au moyen des aimants, par des procédés analogues à ceux qu'on emploie pour aimanter longitudinalement. Je citerai seulement quelques-unes des expériences que j'ai réalisées à ce sujet.

» 1. Le procédé qui se présente naturellement à l'esprit est celui qui consiste à opérer *transversalement, par touche séparée,* sur une lame de 3^{cm} ou 4^{cm} de largeur, en promenant les pôles inducteurs de l'axe vers les bords et faisant des passes nombreuses d'un bout à l'autre de la pièce. L'aimant résultant peut être regardé comme composé d'un grand nombre de petits aimants égaux, juxtaposés transversalement et ayant leurs pôles de même nom en regard. Le fantôme de cet aimant montre immédiatement qu'en effet, l'aimantation est transversale; car la limaille est disposée perpendiculairement à la longueur de la lame, l'aiguille aimantée se place perpendiculairement à l'axe dans toute l'étendue de la pièce, et l'on voit, près des bords, deux bandes polaires longitudinales, absolument comme dans l'aimantation par les courants électriques.

» 2. Si l'on procède inversement, en faisant agir chaque pôle inducteur en allant des bords de la lame jusqu'à l'axe, l'aimantation sera encore transversale.

» 3. On peut aussi aimanter transversalement un barreau, une lame, en promenant d'un bord à l'autre les deux pôles contraires, assez rapprochés, d'un aimant Jamin.

» 4. Il est plus simple, plus expéditif, d'opérer d'une manière continue, comme il suit : on fait frotter les deux pôles d'un aimant Jamin simultanément d'un bout à l'autre de la lame en expérience, parallèlement à son axe. On obtient ainsi une aimantation transversale nettement accusée ([1]).

» 5. Si, avec des pôles de noms contraires, on frotte longitudinalement les *tranches* opposées d'un barreau ou d'une lame de 2^{mm} ou 3^{mm} d'épaisseur, les faces présentent une aimantation transversale très nette.

» 6. Pour produire l'aimantation transversale par les courants électriques, j'ai employé des demi-cylindres ajustés et serrés l'un contre l'autre par leurs faces planes ([2]). Pour réaliser l'aimantation transversale au moyen des aimants, je me suis servi de demi-cylindres pareils à ceux-ci, en employant les procédés qui viennent d'être indiqués pour les lames planes. Les résultats ont été identiques à ceux qu'on obtient avec les courants.

» 7. En opérant sur des cylindres complets, non fendus, l'aimantation est transversale dans l'espace compris entre les génératrices touchées par les pôles inducteurs.

» 8. Je dois signaler encore l'*aimantation transversale circulaire,* obtenue en faisant tourner un cylindre, un barreau, une lame, sur les pôles contraires d'un aimant Jamin.

» Ces résultats d'aimantation transversale par les aimants sont tous, comme ceux qu'on a obtenus par les courants électriques, conformes à l'hypothèse d'Ampère. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un appareil d'éclairage électrique, destiné à l'exploration des couches de terrain traversées par les sondes.* Note de **M. G. Trouvé.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil que j'appelle *érygmatoscope électrique* et que je destine à l'inspection des couches de terrain traversées par les sondes exploratrices.

» L'érygmatoscope se compose d'une lampe à incandescence très puissante, que je renferme dans un cylindre métallique : l'une des deux surfaces hémicylindriques constitue le réflecteur; l'autre, en verre épais, laisse passer les rayons lumineux, qui éclairent ainsi avec une vive intensité les

---

([1]) Ce procédé m'a été suggéré par M. le lieutenant-colonel de Rochas.

([2]) Procédé de M. P. Janet (*Comptes rendus* du 12 mai 1890, p. 1001).

couches de terrain traversées par l'instrument. La base inférieure, inclinée à 45°, est un miroir elliptique, et la base supérieure, à section droite, est ouverte pour permettre à l'observateur, placé à l'entrée du puits et armé d'une forte lunette de Galilée, de voir dans le miroir l'image des terrains; la lampe est montée de façon que ses rayons émis vers le haut sont interceptés.

» Tout l'appareil est suspendu à un long câble, formé de deux fils conducteurs, qui s'enroule sur un treuil ou tambour à tourillons métalliques isolés électriquement. Ces tourillons sont en communication, par l'intermédiaire de deux ressorts frotteurs, d'une part avec les conducteurs, de l'autre avec les pôles de ma batterie portative et automatique. Cette disposition permet de descendre et de remonter l'érygmatoscope à volonté, sans embarras, et sans qu'il soit nécessaire d'interrompre la lumière et l'observation.

» Cet appareil donne, à des profondeurs de 200^m à 300^m, des résultats très concluants : c'est avec la plus grande netteté que les couches de terrain sont reconnues successivement par les observateurs. Mais on comprend qu'en ce qui concerne l'éclairage électrique, rien n'empêche de poursuivre les investigations à des profondeurs plus grandes; la puissance de l'instrument n'a de borne que celle de la lunette de Galilée [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse opérée à l'aide de l'éther cyanosuccinique. Éther allylcyanosuccinique.* Note de M. L. **Barthe**, présentée par M. Friedel,

« Poursuivant mes recherches sur les dérivés de l'éther cyanosuccinique, dont l'H du groupe CH est facilement remplaçable par les métaux alcalins et les radicaux des iodures alcooliques, j'ai préparé l'éther allylcyanosuccinique

$$C^3H^5C\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases}\;;\quad \text{(lié à)}\ CH^2.CO^2C^2H^5.$$

» A 20^{gr} d'éther cyanosuccinique, on ajoute $2^{gr},30$ de Na dissous dans 60^{gr} d'alcool absolu. L'éther cyanosuccinique sodé ainsi formé est chauffé au bain-marie, dans un

(1) Cet appareil est employé par la mission du Gouvernement portugais, sur les côtes de Mozambique. Cette mission a pour chefs M. d'Andrade, lieutenant-colonel du Génie et M. Nuviano de Carvalho.

ballon muni d'un réfrigérant ascendant, avec 16gr d'iodure d'allyle (point d'ébullition = 101°). Au bout de trente heures environ, le mélange, devenu neutre au tournesol, a été évaporé pour chasser l'alcool absolu, puis traité successivement par l'eau et par l'éther qui dissout le nouveau dérivé. La solution a été desséchée sur du chlorure de calcium, puis distillée au bain-marie. Le résidu a été ensuite rectifié dans le vide relatif, sous 0m,035 de pression; à 207°-210° (température corrigée), il distille une huile incolore. Le rendement a été de 15gr environ.

» Cette huile constitue l'éther allylcyanosuccinique, qui se forme en vertu de l'équation suivante :

$$\underset{\displaystyle CH^2.CO^2C^2H^5}{CNa\Big\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}} + C^3H^5I = C^3H^5.\underset{\displaystyle CH^2.CO^2C^2H^5}{C\Big\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}} + NaI.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Cyanosuccinate et cyanotricarballylate de méthyle.* Note de M. L. Barthe, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note antérieure ([1]), M. Haller et moi avons montré que l'éther cyanacétique sodé fournit, avec l'éther monochloracétique, de l'éther cyanosuccinique et de l'éther cyanotricarballylique. En traitant de même le cyanacétate de méthyle sodé par du monochloracétate de méthyle, j'ai obtenu le cyanosuccinate et le cyanotricarballylate de méthyle.

» *Cyanosuccinate de méthyle* $\underset{\displaystyle CH^2.CO^2CH^3}{CH\Big\langle{}^{CAz}_{CO^2CH^3}}$. — A 16gr,36 de cyanacétate de méthyle, étendu de 20gr d'alcool méthylique, on ajoute 3gr,80 de Na dissous dans 100gr d'alcool méthylique. Le cyanacétate de méthyle sodé ainsi produit est alors chauffé au bain-marie avec 17gr,80 de monochloracétate de méthyle rectifié, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. On chauffe jusqu'à ce que le mélange n'ait plus de réaction alcaline, c'est-à-dire pendant cinq ou six heures. Après refroidissement, on étend d'eau; il se sépare une huile rougeâtre, qu'on reprend par de l'éther : ce dernier a été mis à dessécher sur du chlorure de calcium. La solution, débarrassée de l'éther, est ensuite soumise à la distillation sous pression réduite. Sous une pression de 4cm,5, il passe à 196°-204° un liquide huileux, homogène; puis, à partir de cette température, le liquide du ballon jaunit un peu, et il distille un liquide plus épais qui passe surtout à 215°. Ce dernier liquide, qui distille jusqu'à 220°, se concrète souvent dans le récipient. Il reste enfin une matière noirâtre dans le ballon rectificateur.

([1]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1413.

» La partie qui distille de 196° à 204°, soigneusement rectifiée et analysée, constitue le cyanosuccinate de méthyle, qui se forme en vertu de la réaction suivante :

$$CHNa\begin{matrix}\diagup CAz\\ \diagdown CO^2CH^3\end{matrix} + CH^2ClCO^2CH^3 = NaCl + \begin{matrix}CH\begin{matrix}\diagup CAz\\ \diagdown CO^2CH^3\end{matrix}\\ | \\ CH^2.CO^2CH^3\end{matrix}.$$

» L'analyse conduit à la formule $C^7H^9AzO^4$.

» Le cyanosuccinate de méthyle est un liquide huileux, incolore, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool méthylique, l'alcool éthylique et les alcalis.

» *Cyanotricarballylate de méthyle* $\begin{matrix}CH^2.CO^2CH^3\\ | \\ C\begin{matrix}\diagup CA^2\\ \diagdown CO^2CH^3\end{matrix}\\ | \\ CH^2.CO^2CH^3\end{matrix}$. — Le produit qui, dans l'opération précédente, a distillé surtout à 215°, et qui cristallise au bout de quelques heures, a été purifié par cristallisations successives dans l'alcool méthylique. Il fournit de fort beaux cristaux prismatiques, blancs, fondant à 46°,5-47°,5, solubles dans l'alcool méthylique, l'alcool éthylique, l'éther, insolubles dans l'eau et les alcalis.

» L'analyse conduit à la formule $C^{10}H^{13}AzO^6$.

» Cette formule est celle d'un cyanotricarballylate de méthyle, qui s'est formé en vertu d'une réaction analogue à celle qui donne naissance au cyanotricarballylate d'éthyle [1].

» Pour montrer que les faits s'accordent bien avec la théorie, j'ai fait la synthèse du cyanotricarballylate de méthyle en partant du cyanosuccinate de méthyle obtenu précédemment.

» A 20^{gr} de cyanosuccinate de méthyle (196°-204°), on ajoute 2^{gr},38 de Na dissous dans 40^{gr} d'alcool méthylique. On a chauffé le mélange avec 11^{gr},16 de monochloracétate de méthyle, pendant six heures, en prenant les mêmes précautions que ci-dessus. Le produit de la réaction, soumis au même traitement, a donné un liquide qui, sous la pression de 3^{cm},5, distille vers 212°-215° (temp. corr.), en donnant une huile très épaisse qui s'est prise en masse au bout de trois jours.

» Ce produit a été purifié par cristallisations successives dans l'alcool méthylique : les beaux cristaux prismatiques obtenus sont blancs et fondent

---

[1] *Comptes rendus, loc. cit.*

à 46°, 5. Ils ont fourni à l'analyse la même composition que le cyanotricarballylate de méthyle obtenu précédemment.

» Avec le cyanosuccinate de méthyle, je me propose d'opérer quelques substitutions, comme je l'ai déjà fait pour le cyanosuccinate d'éthyle [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches sur le beurre et la margarine.* Note de M. C. VIOLLETTE.

« Les procédés chimiques en usage pour le dosage de la margarine dans les beurres, outre les erreurs notables relatives aux acides volatils, manquent du contrôle habituel des analyses, puisque l'on ne dose qu'une partie des éléments constituants du mélange.

» Dans la marche que j'ai suivie, je distille dans une atmosphère close et dans un courant de vapeur d'eau prolongé les acides gras provenant d'environ 50^{gr} de beurre pur et sec, saponifiés par une solution aqueuse de potasse : je ne recueille pas moins de 10^{lit} de liquide de condensation, provenant d'un barbotage de 17000^{lit} de vapeur d'eau dans les acides gras en suspension dans l'eau à 100°; il reste encore des acides volatils solubles en proportions minimes et négligeables. Un titrage alcalimétrique (indicateur phtaléine du phénol) permet de déduire les proportions d'acides butyrique et caproïque du beurre. Les acides volatils concrets sont pesés, ainsi que les acides fixes, après lavage, dessiccation dans le vide sec et fusion. Le titre de chacun de ces groupes permet de déterminer leur équivalent, et, par suite, en remontant aux glycérides, de faire la synthèse du beurre et de voir jusqu'à quel point l'analyse est exacte.

» L'application à un exemple permettra de saisir les détails de la méthode, que je ne puis développer ici faute d'espace.

» 1° ACIDES VOLATILS SOLUBLES. — *Titres alcalimétriques en soude normale des* 10^{lit} *de liquide provenant de* $52^{gr},400$ *de beurre de Gournay.* — Premier, $19^{cc},20$; deuxième, $3^{cc},05$; troisième, $1^{cc},15$; quatrième, 1^{cc}; cinquième, $0^{cc},4$; sixième, $0^{cc},3$; septième, $0^{cc},2$; huitième, $0^{cc},2$; neuvième, $0^{cc},15$; dixième, $0^{cc},10$, ce qui fait $25^{cc},75$, soit pour 100^{gr} de beurre $49^{cc},11$ correspondant à $4^{gr},911$ d'acide sulfurique ou à $8^{gr},820$ d'acide butyrique.

---

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie et de Pharmacie de la Faculté de Médecine de Bordeaux.

		Beurres de choix, première qualité.			Beurres ordinaires, qualité moyenne et inférieure.					Margarine.	Graisse.
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Acide gras.	Acide butyrique........	6,07	5,33	5,50	5,05	4,62	4,80	4,76	4,37	0,470	0,273
	Acide caproïque.......	3,66	3,23	3,34	3,06	2,80	2,92	2,89	2,65	0,285	0,166
	Acides concrets........	2,85	3,00	2,80	3,00	2,90	2,40	3,00	2,95	1,330	0,914
	Acides fixes...........	82,28	82,63	82,87	83,20	84,32	84,31	83,83	84,62	93,400	94,120
	Total des acides gras.	94,86	94,19	94,41	94,31	94,64	94,43	94,48	94,59	95,485	95,473
	Acides volatils.........	9,73	8,56	8,84	8,11	7,42	7,72	7,65	7,03	0,755	0,439
	Acides fixes...........	82,28	82,63	82,87	83,20	84,32	84,31	83,83	84,62	93,40	94,120
	Titre des acides concrets.	0,225	0,220	0,214	0,208	0,212	0,200	0,198	0,209	0,181	»
	Titre des acides fixes...	0,176	0,190	0,188	0,188	0,190	0,178	0,177	0,192	0,177	»
Synthèse.	Butyrine.............	6,94	6,09	6,28	5,76	5,28	5,49	5,45	5,00	0,54	0,312
	Caproïne.............	4,06	3,58	3,70	3,39	3,09	3,23	3,10	2,94	0,32	0,184
	Glycérides des ac. concr.	3,06	3,22	2,96	3,16	3,06	2,53	3,16	3,15	1,39	0,964
	Glycérides des ac. fixes..	85,98	86,62	86,60	86,93	88,10	88,10	87,60	88,42	97,59	98,340
	Différence à 100.....	—0,04	0,49	0,46	0,76	0,47	0,65	0,69	0,49	0,16	0,200
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

I. Gournay (Seine-Inférieure), beurre de choix.
II. Isigny (Calvados), beurre de choix.
III. Fretin, près de Lille (Nord), bonne qualité.
IV. Sainghen-en-Melantois, près de Lille (Nord), beurre de ferme, qualité moyenne.
V. Cappelle, près de Templeuve (Nord), beurre de ferme, qualité moyenne.
VI. Quiry-le-Sec (Somme), n° 1, qualité médiocre.
VII. » » n° 3, »
VIII. Environs de Saint-Yrieix (Haute-Vienne), qualité ordinaire.
IX. Margarine vendue à Lille.
X. Graisse de rognons de bœuf.

» Je déduis des nombres donnés par M. Duclaux, dans son Mémoire sur l'analyse de vingt-huit échantillons de beurre, que les rapports entre les acides butyrique et caproïque varient assez peu d'un beurre à l'autre, et que, en moyenne, ce rapport est égal à 1,645. J'en conclus que, si A représente la quantité d'acide butyrique équivalente aux acides volatils, les quantités réelles, B et C, d'acides butyrique et caproïque et leur somme, sont données par les formules : $B = A \times 0,68469$, $C = A \times 0,41565$ et $B + C = A \times 1,10034$. D'après cela, le beurre de Gournay renfermerait $6^{gr},069$ d'acide butyrique et $3^{gr},665$ d'acide caproïque, soit $9^{gr},734$ d'acides volatils.

» 2° Acides concrets volatils insolubles. — Ils se déposent en flocons blancs et quelquefois passagèrement en gouttelettes huileuses par surfusion; ce sont des mélanges, car leurs titres et leurs points de fusion sont variables. Ainsi : première portion : fusion 34°, titre 0,200; deuxième portion : fusion 37°, titre 0,194; troisième portion : fusion 37°,4, titre 0,190. L'équivalent du mélange se rapproche de celui de l'acide myristique. Trouvé, pour le beurre de Gournay, 2,85 pour 100.

» 3° Acides fixes. — Leur titre élevé montre qu'ils doivent être très riches en acide palmitique. Trouvé, pour le beurre ci-dessus, 82,28 pour 100.

» Le Tableau ci-contre renferme les principaux résultats de mes analyses.

» On voit par ce Tableau que, dans les beurres ordinaires, la moyenne des acides volatils est de 7,60 avec minimum de 7, et celle des acides fixes de 84. Si l'on ajoutait au beurre d'Isigny, par exemple, 19,87, soit 20 pour 100 de margarine, on ramènerait les acides volatils au minimum 7; mais alors les acides fixes deviendraient 84,76 pour 100, soit 2,16 pour 100 en sus de la moyenne du beurre de choix; la fraude pourrait donc être reconnue. Tout au plus pourrait-on ajouter 10 pour 100, proportion illusoire pour la fraude. On ne peut ajouter que 8,76 pour 100 de margarine aux beurres ordinaires pour les ramener à 7 d'acides volatils.

» Conclusion. — L'analyse chimique, convenablement faite, permet donc de déceler dans les beurres une proportion d'environ 10 pour 100 de margarine, limite suffisante pour empêcher la fraude. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches sur l'analyse optique des beurres*; par M. C. **Viollette**. (Extrait.)

« ... De l'ensemble de ce travail, je déduis les conclusions suivantes :

» Les beurres et les margarines ont des indices de réfraction différents qui, jusqu'ici, se traduisent par des déviations de — 33° à — 27° à l'oléo-réfractomètre pour les beurres, et de — 15° à — 8° pour les margarines.

» 2° Les indications de l'oléoréfractomètre sont suffisamment exactes, lorsqu'elles se rapportent à des mélanges dont les éléments ont des déviations connues.

» 3° Il est nécessaire de fixer, par une série d'observations sur différents beurres, la déviation minima au-dessous de laquelle un beurre pourra être considéré comme margariné.

» 4° L'oléoréfractomètre peut être utile pour l'examen des beurres du commerce, mais ses indications ne peuvent être certaines qu'autant que ces beurres auront une déviation inférieure à la limite minima des beurres. Dans ce cas, les indications ne peuvent fournir qu'une proportion minima de margarine. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une réaction caractéristique de la cocaïne*. Note de M. **Ferreira da Silva**. (Extrait.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une réaction caractéristique de la cocaïne, que je viens de trouver au cours d'une recherche toxicologique. Ce n'est pas une réaction de coloration, comme la plupart de celles qu'on utilise pour l'identification des alcaloïdes; mais elle repose sur la production de certains produits odorants, production cependant comparable en sensibilité à beaucoup de réactions colorées.

» Voici cette réaction : on traite une petite portion de cocaïne ou d'un de ses sels à l'état solide, ou le résidu de l'évaporation d'une de ses solutions, par quelques gouttes d'acide nitrique fumant, de densité 1,4. On évapore à siccité au bain-marie; on traite le résidu par une ou deux gouttes d'une solution alcoolique concentrée de potasse, et l'on mélange

bien avec une baguette en verre; on observera une odeur distincte et spéciale, qui rappelle celle de la menthe poivrée ([1]).

» On remarquera que le *modus faciendi* est presque le même que pour reconnaître l'atropine (réaction de Vitali). Mais les réactifs ci-dessus n'avaient été employés jusqu'à ce jour que pour la production de réactions colorées.

» La réaction que j'ai exposée permet de distinguer la cocaïne des autres alcaloïdes du même groupe. On sait que la cocaïne appartient, dans la classification analytique de Dragendorff, au groupe des alcaloïdes qu'on peut retirer d'une solution aqueuse ammoniacale par la benzine. On trouve dans ce groupe l'atropine, la brucine, la cinchonine, la codéine, la delphinine, l'ésérine, l'hyosciamine, la narcotine, la pilocarpine, la quinine, la quinidine, la sabadilline, la strychnine et la vératrine. C'est le groupe d'alcaloïdes le plus complexe et le plus important par le nombre et l'énergie des poisons qu'ils contiennent.

» Sans m'arrêter maintenant à exposer en détail les effets des réactifs ci-dessus sur les alcaloïdes, je dirai seulement, en résumé, que l'atropine, l'hyosciamine, la strychnine, la codéine et l'ésérine donnent des colorations, et que cette dernière produit encore un principe odorant désagréable, qui rappelle celui de la phénylcarbylamine. La delphinine, la brucine, la vératrine ne donnent que des principes d'une odeur peu active, qu'on ne peut pas confondre avec celle de la cocaïne, et qui me paraissent peu propres à la recherche analytique. La sabadilline et la narcotine pourront se reconnaître par ce moyen. Les autres alcaloïdes ne donnent pas de réactions sensibles de ce genre.

» Non seulement la réaction citée est caractéristique, mais elle est aussi très sensible. J'ai pu reconnaître, par ce moyen, jusqu'à un demi-milligramme de chlorhydrate de cocaïne. »

M. L.-L. Fleury adresse une Note relative aux sons rendus par les tuyaux coniques.

L'auteur a étudié expérimentalement les sons rendus par des tuyaux coniques non tronqués, c'est-à-dire se réduisant à un point à leur partie

---

([1]) Dans les analyses toxicologiques où l'on dispose de petites quantités de matière, il sera bon d'évaporer dans de petites capsules en porcelaine (3^{cm} de diamètre et 4^{cc} de capacité), placées sur un petit bain-marie qu'on peut faire *ad hoc*, et d'agiter avec de petites baguettes de verre de 3^{mm} de diamètre.

supérieure. Selon lui, un tuyau conique donne la même note qu'un tuyau cylindrique *ouvert*. Les tuyaux coniques octavient d'ailleurs beaucoup plus facilement que les tuyaux ouverts.

M. **Delaurier** adresse une Note sur les actions chimiques réciproques entre les eaux et les plantes.

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 aout 1890.

Électricité et Optique. I : *Les théories de Maxwell et la théorie électromagnétique de la lumière*. Leçons professées pendant le second semestre 1888-1889, *par* H. Poincaré, Membre de l'Institut, et rédigées par J. Blondin, agrégé de l'Université. Paris, Georges Carré, 1890; in-8°.

Tables météorologiques internationales, publiées conformément à une décision du Congrès tenu à Rome en 1879. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris, pour l'an 1890. *Météorologie, Chimie, Micrographie, Applications à l'hygiène*. Paris, Gauthier-Villars et fils; in-18.

Pont sur la Manche. Mémoire justificatif de la demande de concession déposée au Ministère des Travaux publics; par The channel bridge and railway Company (*Société d'étude et de construction d'un pont sur la Manche*). Paris, Chaix, 1890; br. in-4°.

Recherches nouvelles sur la fièvre scarlatine; par le Dr Fonsart et Ehrmann. Compiègne, Henri Lefebvre, 1890; br. in-8°.

De la musique. Nouvelle théorie et nouvelle pratique d'harmonie expliquée revêtant la forme mathématique; par Reverchon. Chambéry, Ernest d'Albane, 1890; br. in-12.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AOUT 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une mâchoire de Phoque du Groenland, trouvée par M.* Michel Hardy *dans la grotte de Raymonden.* Note de M. **Albert Gaudry.**

« J'ai présenté à l'Académie, il y a quatre ans, un bâton de commandement qui avait été recueilli par M. Paignon, dans la grotte de Montgaudier (Charente). Sur ce bâton de commandement, quelqu'un de nos ancêtres de l'âge du Renne a fait de très fines gravures représentant deux Phoques qui poursuivent un Poisson. Mais, à ma connaissance, on n'avait pas encore observé d'os de Phoques dans le quaternaire de la France. M. Michel Hardy, conservateur du Musée archéologique de la Dordogne, vient d'extraire une mâchoire de ce genre. Il a pratiqué des fouilles dans une grotte, près de Chancelade, à 7^{km} de Périgueux, appelée la *grotte de*

Raymonden; il y a trouvé, avec un squelette humain et plusieurs objets travaillés par l'homme ([1]), des débris d'animaux qu'il m'a adressés au Muséum, en me priant de les déterminer. J'ai reconnu parmi ces débris une mâchoire de Phoque, et non pas du Veau marin (*Phoca vitulina*) de nos côtes, mais du *Phoca groenlandica.* Cet animal vit maintenant dans tout l'océan Glacial arctique, sur les rivages du Groenland et aussi du Kamtchatka. Il descend quelquefois vers les côtes d'Écosse et celles de Norvège; mais on ne l'a pas signalé sur celles de la France. Selon Brehm, *il se tient plus sur les glaçons que sur la terre ferme.*

» La présence de ce Phoque dans le Périgord fournit une preuve de plus du grand froid que nos ancêtres ont dû subir pendant une partie des temps quaternaires.

» Outre le *Phoca groenlandica,* je remarque, parmi les animaux dont M. Hardy m'a envoyé des échantillons, les espèces suivantes :

» Le Renne : on m'a dit en Russie qu'on ne pouvait pas acclimater ses troupeaux à Saint-Pétersbourg, à cause de la chaleur des étés;

» Le Saïga de Tartarie;

» Le Chamois : il vit aujourd'hui dans nos pays seulement près des montagnes de neige et est en amour dans le fort de l'hiver;

» Le grand Bison, appelé *Bison priscus;*

» Le grand Ours, connu sous le nom d'*Ursus priscus;*

» Le Renard bleu des régions arctiques;

» Le Harfang ou grande Chouette blanche du Nord;

» Le Tétras blanc des saules, propre aux régions très froides.

» Je dois ajouter que M. Michel Hardy dit avoir trouvé une gravure sur bois de renne représentant le grand Pingouin du Nord, et une amulette en os qui figure une tête d'Ovibos musqué. Enfin, je rappellerai que la gravure du Mammouth de la Madelaine indique de très longs poils, ainsi que chez les Mammouths des glaces de la Sibérie.

» Cet ensemble atteste que, dans les campagnes du Périgord, aujourd'hui si heureuses et si fécondes, il faisait presque aussi froid que dans les régions arctiques.

» Il m'a paru curieux de chercher s'il y aurait quelque rapport entre les Phoques, représentés par les belles gravures de Montgaudier, et le *Phoca groenlandica,* dont M. Hardy vient de trouver un morceau.

([1]) *Découverte d'une sépulture de l'époque quaternaire, à Raymonden, commune de Chancelade, Dordogne* (*Comptes rendus,* t. CVII, p. 1025; 1888).

» On ne peut douter que les deux animaux représentés sur le bâton de commandement de Montgaudier soient des Phoques : ils ont comme eux des moustaches; leur oreille est peu discernable; le corps est couvert uniformément de poils fins; la forme générale est absolument celle des Phoques; les membres antérieurs, courts, portés en arrière, ont cinq doigts; les membres postérieurs, très bien rendus, sont également portés en arrière et munis de cinq doigts dont les trois médians sont plus courts que les deux externes. Entre les membres postérieurs, on voit un prolongement qui occupe la place où devait être la queue; ce prolongement ressemble plus à un membre qu'à une queue, comme si l'artiste avait cru que les Phoques ont en arrière trois membres disposés en nageoires.

» La supposition qui m'avait d'abord paru la plus naturelle était que les gravures de Montgaudier avaient été faites d'après la vue du *Phoca vitulina* des côtes de France. Maintenant que nous savons que le *Phoca groenlandica* a visité nos parages pendant l'époque quaternaire, on peut croire que c'est cette espèce qui a surtout servi de modèle, attendu que, pour l'allongement du corps et notamment du museau, les gravures diffèrent moins du *Phoca groenlandica* que du *Phoca vitulina*.

» Mais, en réalité, il n'y a aucun Phoque dont la tête soit faite exactement comme dans les gravures de Montgaudier. Notre Confrère M. Milne-Edwards a chargé M. Quantin, chef des travaux taxidermiques au Muséum, de me montrer les diverses espèces de Phoques. M. Quantin est appelé, par la nature de ses travaux, à bien connaître la physionomie des Mammifères ; aussitôt que je lui ai montré mes gravures de Phoques de Montgaudier, il m'a dit que l'auteur de ces gravures avait pensé, en faisant les têtes, à l'Ours autant qu'au Phoque ; car, si les animaux de Montgaudier ressemblent au Phoque par leurs moustaches et leurs oreilles peu apparentes, ils ressemblent à l'Ours par leur museau moins épais, plus allongé, par leurs narines placées latéralement et non en dessus, par leur gueule qui s'ouvre en dessous, au lieu de s'ouvrir en avant comme chez les Phoques. Les remarques de l'habile préparateur du Muséum sont très justes. Il faut donc admettre que l'artiste de Montgaudier a idéalisé son œuvre. Il a fait comme les artistes actuels, qui, pour composer un même sujet, empruntent des parties à différents modèles. »

M. de Saporta fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. A. Gaudry, d'une brochure intitulée « Revue des travaux de Paléontologie vé-

gétale, parus en 1888 et dans le cours des années précédentes ». (Extrait de la « Revue générale de Botanique », II, 1890.)

MÉMOIRES LUS.

M. l'abbé **Fortin** présente à l'Académie l'appareil qui lui a servi jusqu'ici à prévoir, au moyen des déviations produites par le magnétisme terrestre, les retours des tempêtes et l'apparition des taches solaires. Il rappelle quelques-unes des coïncidences les plus remarquables qu'il a pu mettre en évidence, entre ces divers phénomènes.

(Commissaires : MM. Faye, Fizeau, Mascart.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Mathieu-Plessy** adresse une Note « Sur la transformation du nitrate d'ammonium fondu en nitrate d'un nouvel alcali fixe oxygéné ».

Selon l'Auteur, dans la préparation de l'acide oxamique et de l'oxamide par l'intervention de l'azotate d'ammonium fondu, il se forme un troisième produit, qui est un azotate d'un nouvel alcali fixe. Cet alcali fixe est une ammoniaque substituée : c'est la monamide nitrique ou nitramide. On peut la nommer *azotylamine*; son nitrate sera le nitrate d'azotylammonium.

(Commissaires : MM. Friedel, Troost.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** fait part à l'Académie d'une proposition transmise par M. l'Ambassadeur d'Italie à M. le Ministre des Affaires étrangères, concernant un projet de Congrès international dont la réunion aurait lieu à Rome, pour l'unification de l'heure et la fixation d'un méridien initial.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Denning (1890, juillet 23), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1890.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	✶ — ★. ΔR.	✶ — ★. ΔD.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Août 16.......	*a* 2387 BD + 49°	9.5	+0.18,25	+ 4.17,9	12:12
16.......	*a* 2387 BD + 49°	9.5	+0.19,03	+ 2.53,4	12:12
19.......	*b* 15431 Arg. OE_1	9	−0. 7,41	−10.19,5	12:12
22.......	*c* Anonyme	11	−0. 0,71	− 1.45,2	12:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1890.	Étoiles.	Asc. droite moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Août 16....	*a*	15.24. 7,31	+0,65	+49.13.57,2	+13,7	B. B. VI
19....	*b*	15.26.54,52	+0,63	+45. 0.57,6	+13,0	Arg. OE_1
22....	*c*	15.29.19,39	+0,64	+40. 9.50,7	+12,3	Rapp. à *d*.
	d	15.32.10,12	»	+40. 9.49,6	»	$Weisse_2$

Positions apparentes de la comète.

Dates 1890.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 16.......	10.45.57	15.24.26,21	$\bar{1}$,762	+49.18.28,8	0,509
16.......	11. 8.39	15.24.26,99	$\bar{1}$,771	+49.17. 4,3	0,563
19.......	9.39. 4	15.26.47,74	$\bar{1}$,682	+44.50.51,1	0,435
22.......	10.38.52	15.29.19,32	$\bar{1}$,698	+40. 8.17,8	0,636

» *Remarques.* — L'étoile anonyme *c* a été rapportée à *d* avec l'équatorial; par 3.5 comparaisons, on a obtenu pour ★*c* — ★*d*

$$\Delta R = -2^m 50^s,73, \qquad \Delta D = +0' 1'',1.$$

» *Août* 16. — La comète est une faible nébulosité, dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de grandeur 12,5-13; elle est ronde, 45″ de diamètre, plus brillante dans la région centrale, avec noyau demi-stellaire qui ressort assez bien sur la nébulosité.

» *Août* 19. — Éclat de la comète, 13,1; 50″ de diamètre; condensation centrale assez stellaire.

» *Août* 22. — La comète est une nébulosité de grandeur 13,2, de 45″-50″ de diamètre, avec condensation moins stellaire que les jours précédents.

» Dans toutes ces observations, le ciel était beau, légèrement brumeux. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Palisa (Vienne, 17 août 1890), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est)*; par Mlle **D. Klumpke**, présentées par M. Mouchez.

Dates 1890.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Planète — ⋆. Ascension droite.	Planète — ⋆. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Août 19.........	*a*	9	+17.79	—1.43,7	10:8
20.........	*a*	9	—28.05	—5.15,5	8:6
22.........	*b*	10	+52.38	—1.52,4	24:8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1890.	Étoiles.	Ascension droite moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Août 19.	BD 5876 — 2° = 1202 W.	22.58.38,42	+2,20	—2.29.40,5	+12,8	Weisse.
20.	» »	»	+2,22	»	+12,9	»
22.	BD 5867 — 2° = 9058 M.	22.55.54,14	+2,24	—2.40.33,7	+13,0	Lamont.

Positions apparentes de la planète.

Dates 1890.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite app.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 19...........	12.54.14	22.58.58,41	$\bar{2},279_n$	—2.31.11,4	0,842
20...........	14.21.55	22.58.12,39	$\bar{1},136$	—2.34.43,1	0,841
22...........	11.51. 2	22.56.48,76	$\bar{1},120_n$	—2.42.13,1	0,842

» La planète est extrêmement faible. »

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (294), *découverte à l'observatoire de Nice, le* 15 *juillet* 1890. Note de M. **Charlois**, transmise par M. Faye.

Époque : 1890 juillet 27,5. Temps moyen de Paris.

M.........	0°58′ 8″,9	
π..........	309.57.11,2	Équinoxe moyen 1890,0
☊.........	136.57.14,8	Équinoxe moyen 1890,0
i..........	6. 0. 4,8	Équinoxe moyen 1890,0
φ..........	14.53. 4,4	
log a........	0,4928846	
μ.........	646″,6655	

» Ces éléments ont été calculés à l'aide de trois observations faites à Nice les 16-27 juillet et 7 août 1890.

Éphéméride pour minuit de Paris.

(Positions moyennes 1890,0.)

Dates 1890.	α.	δ.	log r.	log Δ.
	h m s	° ′		
Septembre 5.........	20.53.33	−18.47,1	0,3667	0,1505
7.........	53. 5	54,8		
9.........	52.44	−19. 1,8	0,3672	0,1597
11.........	52.29	8,3		
13.........	52.21	14,1	0,3677	0,1695
15.........	52.19	19,2		
17.........	52.25	23,8	0,3683	0,1799
19.........	52.37	27,7		
21.........	20.52.56	−19.31,0	0,3689	0,1907

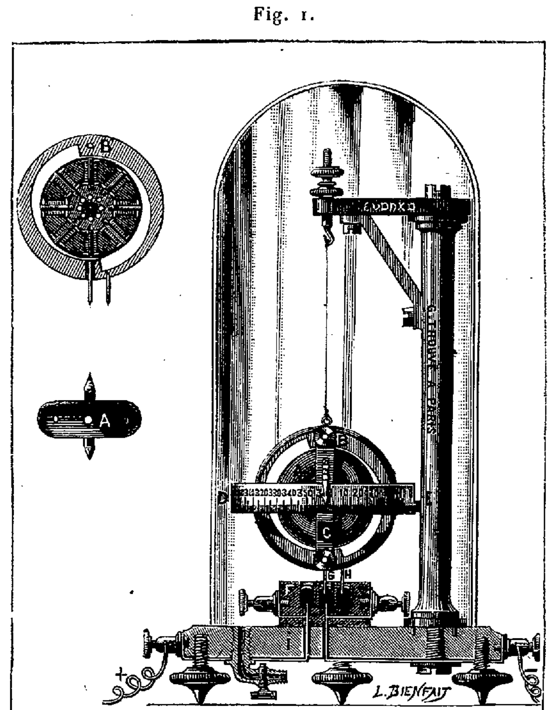
MÉCANIQUE. — *Sur deux modèles de gyroscope électrique, pouvant servir, l'un à la démonstration du mouvement de la Terre, l'autre à la rectification des boussoles marines.* Note de M. **G. Trouvé**, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« 1° *Gyroscope électrique pour la démonstration du mouvement de la Terre.* — Cet instrument, le premier en date, se compose d'un tore électromo-

teur A (*fig.* 1), mobile autour d'un axe d'acier, à pointes de rubis, perpendiculaire à son plan; intérieurement, c'est un pignon électromagnétique à huit branches. L'induit est une armature en fer B, en forme de limaçon.

» Pour donner au pignon l'apparence d'un tore, évidé au centre, lisse et métallique, je le recouvre d'abord, muni de son axe et de son commutateur, d'un ciment spécial; je le passe au tour et je l'équilibre d'une façon parfaite; puis, après l'avoir porté dans un bain de cuivre, où je le laisse

Fig. 1.



plusieurs jours et jusqu'à ce que le dépôt du métal atteigne une épaisseur de 3^{mm} environ, je le tourne et je l'équilibre de nouveau avec le plus grand soin.

» Ce tore électromoteur, mis en rotation par l'électricité, occupe le centre d'une cage formée par l'armature en fer B et l'anneau de cuivre C, sur lequel il pivote; comme il ressemble d'ailleurs à un tore homogène de cuivre, on est assez surpris de le voir tourner sans cause apparente, à une vitesse de 300 à 400 tours par seconde.

» Cage et tore sont suspendus à une potence, par un fil inextensible, au milieu d'un anneau horizontal gradué, devant lequel se déplace une

aiguille indicatrice, fixée à l'armature B. Celle-ci reste immuable dans l'espace, dès que le tore est animé d'une vitesse suffisamment rapide.

» On peut également apprécier la rotation du globe en braquant une lunette sur le micromètre fixé à l'axe, dont les divisions passent successivement devant le réticule.

» Quant au courant voltaïque, il est amené à l'électromoteur par deux petites aiguilles de platine, isolées de l'ensemble et plongeant dans deux cuvettes en ébonite, circulaires et concentriques, remplies de mercure; c'est là qu'aboutissent les pôles de la pile.

» L'ensemble de cet appareil repose sur un socle à vis calantes, surmonté d'un globe de verre sous lequel on peut faire le vide, au moyen d'un robinet, pour soustraire l'instrument aux causes de perturbations extérieures.

» Ainsi constitué, ce gyroscope fonctionne d'une façon régulière pendant tout le temps qu'il reçoit le courant. Il est donc susceptible de fournir la preuve parfaite du mouvement de la Terre et de permettre de contrôler par l'observation, et avec une grande exactitude, les déplacements réels calculables *a priori*.

» 2° *Gyroscope électrique pour la rectification des compas de route*. — Pour approprier le gyroscope à la rectification des compas de la marine, j'ai cherché à construire un instrument qui, bien que robuste, conservât tous les avantages du premier.

» J'ai pensé, en effet, que, s'il est impossible d'éliminer d'une façon absolue les mille causes de perturbations extérieures qu'on rencontre à bord, on peut du moins les rendre négligeables par rapport à la force d'inertie directrice, en augmentant celle-ci dans des proportions considérables.

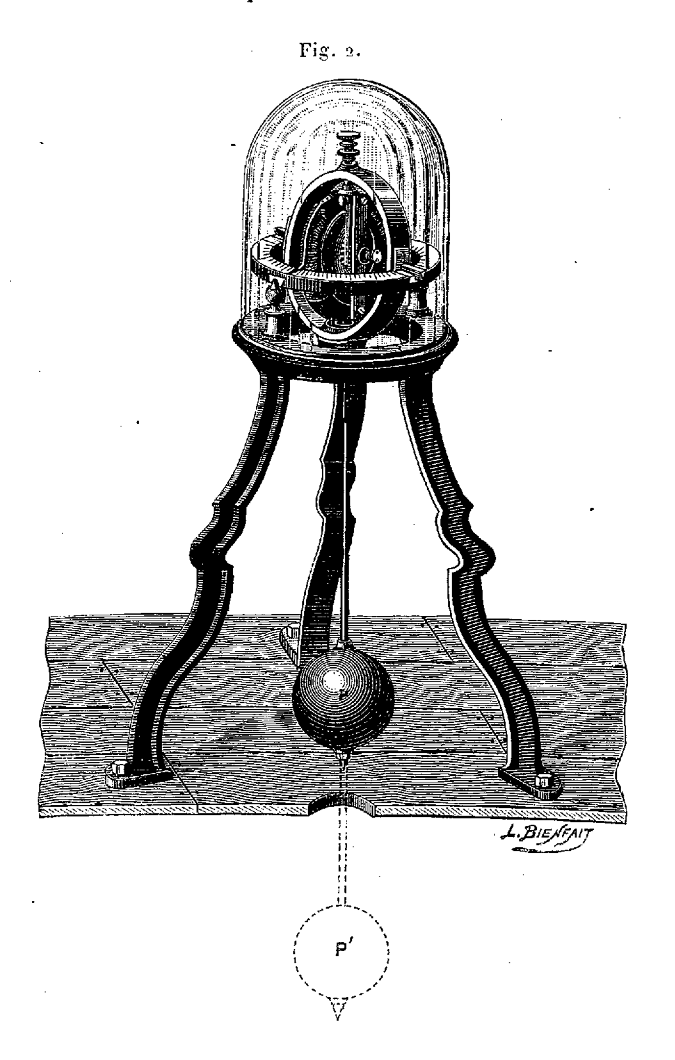
» A cette fin, j'ai accru la masse, le diamètre et la vitesse du tore, dans des proportions telles qu'il faudrait un effort de plusieurs kilogrammes pour faire dévier le plan de rotation, et qu'un homme vigoureux ne pourrait brusquement intervertir les pôles. Dans ces conditions, les forces perturbatrices n'exercent plus que des influences absolument négligeables.

» Le nouvel instrument se compose des mêmes organes que l'ancien; leurs formes seules et leurs dimensions ont été légèrement modifiées. Le tore électromoteur, principalement, d'un poids de plusieurs kilogrammes, est composé intérieurement d'un anneau *induit*, genre Gramme. Cet induit est logé dans le renflement même du tore, dont la partie médiane reste très évidée et dont l'apparence métallique est obtenue comme dans le premier appareil; quant à l'*inducteur*, c'est un anneau en fer, à pôles

conséquents, dans lequel tourne concentriquement le tore électromoteur. Inducteur et induit sont montés en série.

» Tout le système, au lieu d'être suspendu par un fil inextensible, est soutenu, au milieu d'une suspension à la Cardan, par un axe vertical,

Fig. 2.



terminé en pointes qui pivotent dans des crapaudines d'agate, comme l'axe du tore lui-même (*fig.* 2). Cette suspension à la Cardan est munie d'un long pendule à tige rigide qui, fixé sur le prolongement de l'axe du système, donne à celui-ci une verticalité parfaite, malgré les oscillations continuelles du navire. Les faibles inclinaisons que pourrait subir l'appa-

reil sont en effet réduites dans le rapport de la longueur du pendule au rayon du tore; ce pendule peut d'ailleurs être prolongé au besoin au-dessous même du plan d'appui de l'instrument.

» Des dispositions identiques aux précédentes permettent d'envoyer le courant à l'inducteur. Ainsi agencé, mon gyroscope n'a plus à redouter ni tangage, ni roulis; il est propre à corriger le compas avec sûreté, car son axe de rotation reste invariable dans l'espace, aussi longtemps qu'il est nécessaire de prolonger l'observation. »

ZOOLOGIE. — *Sur la respiration de la Sauterelle.* Note de M. **Ch. Contejean**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans des recherches que j'ai entreprises sur la respiration du *Decticus verrucivorus* L., je suis arrivé aux résultats suivants :

» L'abdomen seul effectue des mouvements respiratoires. L'inspiration est passive; elle est due à l'élasticité des pièces du squelette externe et à la réaction des viscères. L'expiration est active et dure plus longtemps que l'inspiration. Les dimensions de l'abdomen sont réduites dans tous les sens, et les différents zoonites respirent d'autant plus fortement qu'ils sont plus rapprochés du thorax. Une courte pause a lieu après chaque inspiration; souvent des pauses plus longues en inspiration séparent des séries de mouvements respiratoires d'amplitude d'abord croissante, puis décroissante, comme dans la respiration pathologique de Cheyne-Stokes.

» Si l'on blesse l'animal au cou, une goutte de sang s'échappe à chaque expiration, et l'air peut pénétrer dans la plaie pendant les inspirations. La pression dans l'intérieur du corps est donc positive pendant l'expiration, et négative pendant l'inspiration. L'expiration n'est jamais maxima; la tétanisation de l'abdomen permet seule de l'obtenir. Il y a donc toujours de l'air résidual dans les trachées, dont le fil spiral empêche d'ailleurs l'aplatissement complet. Les trachées du thorax et de la tête ne sont comprimées que par le liquide sanguin, refoulé par l'abdomen lors de sa contraction. Les mouvements respiratoires sont d'autant plus fréquents que le sujet est plus actif : leur nombre est augmenté par la chaleur et par l'état d'irritation de l'animal.

» L'ablation de la tête n'entrave pas la respiration; à peine le rythme est-il ralenti. Si l'on divise l'abdomen en plusieurs tronçons, chacun d'eux respire isolément.

» J'ai étudié l'influence du système nerveux, en employant l'excitation mécanique (grattage avec une aiguille), chimique (acide sulfurique dilué) et électrique (courants d'induction à peine sensibles à la pointe de la langue). Les deux premiers procédés ne m'ont pas toujours donné des résultats; mais, dans les cas fréquents où j'ai réussi à en obtenir, ils étaient identiques à ceux que fournit l'excitation électrique. Chaque fois que j'ai employé cette dernière, je me suis assuré que la pince électrique, placée à 1^{mm} du nerf ou du ganglion interrogé, causait seulement la contraction des muscles touchés; les résultats suivants ne peuvent donc être interprétés par la diffusion du courant. D'ailleurs, chacun d'eux a été contrôlé, au moins une fois, par l'excitation mécanique ou chimique.

» La pince électrique, placée sur les cérébroïdes, provoque une accélération manifeste de la respiration. L'inspiration n'a pas le temps de s'établir complètement, et l'animal ne paraît ressentir aucune douleur.

» En excitant les ganglions sous-œsophagiens, on observe d'abord un arrêt de la respiration en expiration, causé par la douleur (mouvements de défense de l'animal, salivation); puis la respiration se rétablit, lente et profonde. Je n'ai pu exciter les cordons péri-œsophagiens.

» L'excitation des ganglions prothoraciques est douloureuse et arrête la respiration en expiration totale, avec tétanos des muscles de l'abdomen. En interrogeant les connectifs qui relient ces ganglions aux centres sous-œsophagiens, on obtient ordinairement des réponses identiques à celles que fournissent ces derniers; parfois pourtant, l'arrêt respiratoire est permanent.

» Enfin, une région quelconque du reste de la chaîne nerveuse se conduit comme les ganglions prothoraciques. En outre, la galvanisation des septièmes et derniers centres abdominaux provoque fréquemment la défécation.

» Si l'on rompt la chaîne au milieu de l'abdomen, on sépare ainsi physiologiquement l'animal en deux moitiés, dont chacune respire pour son compte. La moitié postérieure respire moins fréquemment que l'antérieure, même après la décapitation. L'excitation de chaque bout de la chaîne sectionnée arrête la respiration dans la partie de l'abdomen intéressée.

» En séparant avec des ciseaux les deux ganglions prothoraciques, et en excitant seulement l'un d'eux, après l'avoir attiré en dehors avec une fine érigne, on n'arrête totalement la respiration que du côté excité, et l'abdomen s'incurve de ce côté.

» L'arrêt de la respiration peut être obtenu par voie réflexe. On sec-

tionne, lentement pour éviter sa chute, le fémur d'une des pattes sauteuses, et l'on irrite la section : arrêt total de la respiration en expiration, et rupture de la patte entre le trochanter et le fémur. On obtient encore l'arrêt par l'électrisation du moignon, la piqûre de l'abdomen, la production d'un son aigu.

» Ainsi, lorsqu'on excite un ganglion de la chaîne nerveuse, on produit l'arrêt direct de la respiration dans la région commandée par ce centre, et l'arrêt réflexe dans les autres. L'excitation chimique m'ayant donné le même résultat, on ne peut expliquer par l'électrotonus ou la diffusion du courant cet arrêt dans les zoonites dont les ganglions ne sont pas directement excités.

» Le curare, même à dose massive, n'a aucune influence sur l'animal. Sur un individu empoisonné avec 2^{mgr} au moins de nitrate de strychnine, les mouvements respiratoires seuls sont abolis, l'abdomen étant en demi-expiration. L'excitation de la chaîne nerveuse ne provoque aucune contraction des muscles expirateurs, encore directement excitables.

» Il ne m'a pas semblé que les cordons nerveux du Dectique eussent la partie inférieure sensitive et la partie supérieure motrice, comme Faivre l'a constaté chez le Dytisque. L'organisation des Orthoptères serait donc moins élevée que celle des Coléoptères, résultat que semblent confirmer les mœurs de ces deux groupes d'animaux et l'ordre de leur apparition dans les temps paléontologiques. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles recherches sur la production de la lumière par les animaux et les végétaux*. Note de M. **Raphael Dubois**.

« J'ai cherché à étudier les effets produits par l'électrolyse de l'eau salée rendue phosphorescente, soit par le mélange de substances photogènes extraites des tissus animaux lumineux, soit par des microorganismes lumineux. Je me suis servi plus particulièrement du mucus lumineux de la Pholade dactyle ([1]), délayé dans l'eau salée.

([1]) Depuis les dernières recherches que j'ai publiées sur la Pholade dactyle, je me suis assuré que, si ce mollusque peut parfois contenir dans son siphon des microorganismes lumineux symbiotiques, qui m'avaient fait croire tout d'abord à l'existence d'un ferment soluble dans le mucus sécrété par cet organe, il possède aussi une luminosité propre, prenant naissance dans toute la couche que j'ai décrite sous le

» Ce liquide lumineux est introduit dans un tube en U, dans les deux branches duquel plongent des électrodes en platine reliées à une pile assez forte pour provoquer l'électrolyse de l'eau salée.

» Dès que la décomposition de l'eau commence, la lumière, après avoir légèrement augmenté au pôle positif, baisse peu à peu et s'éteint complètement. Le même phénomène se produit au pôle négatif, où la lumière persiste seulement à la surface du liquide en contact avec l'air extérieur.

» L'extinction s'étend d'abord sur toute la longueur des deux branches du tube en U occupée par les électrodes, et bientôt l'obscurité envahit tout le tube, sauf en un point où persiste un disque lumineux. Ce point est situé à l'extrémité de l'électrode positive, juste au niveau où la teinture de tournesol versée dans le tube cesse de se décolorer pendant l'électrolyse.

» Ces faits sont faciles à expliquer. En effet, j'ai démontré que l'on peut éteindre, soit les microorganismes lumineux, soit les substances photogènes extraites des tissus phosphorescents animaux, en acidifiant légèrement le milieu, et les rallumer en rendant de nouveau celui-ci alcalin; et, d'autre part, on sait depuis longtemps que l'oxygène et l'eau sont des éléments nécessaires à la manifestation de la lumière chez les animaux et les végétaux. Sous l'influence de l'électrolyse, le milieu devient acide au pôle positif, et la lumière s'éteint en ce point malgré l'abondance de l'oxygène, et même de l'oxygène ozonisé qui s'y dégage abondamment. Au pôle négatif, c'est l'hydrogène naissant qui produit l'extinction, soit en chassant l'oxygène dissous, soit comme agent réducteur, bien que le milieu soit alcalin.

» On peut démontrer facilement l'exactitude de cette interprétation, en laissant tomber une goutte d'ammoniaque liquide dans la solution de mucus lumineux éteint au pôle positif : la lumière reparaît aussitôt. Il en est de même au pôle négatif quand on insuffle un peu d'air au moyen d'un tube effilé.

» L'expérience est plus difficile à réussir avec les microbes photogènes qu'avec le mucus de la Pholade.

---

nom de *couche neuro-conjonctive*. Le tissu photogène n'est pas limité aux cordons et aux triangles de Poli, et ceux-ci ne méritent pas le nom d'*organes lumineux* proposé par Panceri, bien que la lumière s'y manifeste avec plus d'intensité qu'autre part. Ce sont, comme je l'ai indiqué ailleurs, des organes sécréteurs, qui semblent en outre destinés à laisser échapper des éléments migrateurs bourrés de granulations arrondies (vacuolides). J'ai reconnu que ces éléments migrateurs étaient les véritables agents de la luminosité *propre* de la Pholade, laquelle doit être distinguée de la luminosité *symbiotique* ou *parasitaire*.

» Si le liquide lumineux a été éteint, soit par un acide fort, soit par la chaleur, malgré le dégagement d'oxygène ozonisé au pôle positif et malgré l'alcalinité qui se développe au pôle négatif, on ne voit reparaître la lumière dans aucun point du tube, alors même que l'on ajoute de l'ammoniaque et que l'on insuffle de l'air.

» Il est bien difficile d'admettre, après cela, que la lumière ne soit que le résultat d'un simple phénomène d'oxydation, et je pense qu'il s'agit plutôt d'une véritable respiration, ne pouvant s'effectuer que dans un milieu alcalin, oxygéné et aqueux ([1]). Mais, dans le liquide lumineux obtenu en délayant le mucus phosphorescent de la *Pholade dactyle* dans l'eau salée et après filtration, il n'y a plus d'éléments cellulaires, mais seulement des granulations arrondies que l'on rencontre dans tous les tissus lumineux. Panceri les considérait comme des gouttelettes graisseuses, ce qui est en désaccord avec mes propres observations, lesquelles me portent à admettre que ce sont des granulations protoplasmiques douées d'une vitalité obscure, comme celles de certains ferments. Je leur ai donné le nom de *vacuolides*, pour des raisons que j'ai développées ailleurs ([2]).

» Elles dérivent d'une dissociation de protoplasma cellulaire, qui peut être provoquée par une excitation directe et constatée *de visu*, par exemple dans la couche ectodermique de l'*Hippopodius gleba* ([3]).

» Dans les liquides lumineux électrolysés, on voit se produire autour des électrodes un trouble qui, au pôle négatif, est formé par des flocons dans lesquels on constate principalement l'existence des vacuolides, tandis qu'au pôle positif on rencontre, surtout avec le mucus de la Pholade, ces granulations radio-cristallines réfringentes qui remplacent les vacuolides dans tous les tissus qui ont cessé de briller. Dans les liqueurs rendues lumineuses par les microorganismes, ceux-ci sont surtout nombreux au pôle positif, et les vacuolides au pôle négatif.

» *En résumé*, les recherches que je poursuis depuis plusieurs années me conduisent à admettre définitivement que la production de la lumière est liée chez les animaux, comme chez les végétaux, à la transformation de

---

([1]) On sait aussi que l'on peut conserver pendant longtemps des tissus lumineux, ou des particules extraites de ces tissus et desséchées, en les maintenant au contact de l'air, sans qu'elles perdent leur pouvoir photogène, que l'on peut toujours mettre en évidence à l'aide d'une goutte d'eau.

([2]) Voir *Les vacuolides* (*Soc. de Biol.*, mars 1887).

([3]) *Loc. cit.*

granulations protoplasmiques colloïdales en granulations cristalloïdales, sous l'influence d'un phénomène respiratoire ([1]).

» Dans la première partie de mes études sur la fonction photogénique, j'ai eu surtout en vue la connaissance du mécanisme fonctionnel, et j'ai pu combler de nombreuses lacunes et rectifier quelques erreurs. Quant à mes recherches sur la cause intime et générale du phénomène, elles m'ont parfois conduit à des interprétations prématurées que j'ai dû abandonner plus ou moins complètement, parce que des faits nouveaux étaient venus en montrer l'insuffisance. Mais, dans l'appréciation de mes interprétations antérieures, j'espère que l'on voudra bien considérer qu'il s'agissait d'expériences portant sur une substance vivante que l'on ne peut jamais manier en grande quantité, ni en tous lieux, ni en toute saison. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du carbonifère en Bretagne.* Note de M. **P. Lebesconte**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le terrain carbonifère a été signalé en Bretagne depuis Châteaulin jusqu'à Carhaix et Uzel, et dans la Mayenne depuis Laval jusqu'à Bourgon.

» La continuation d'une exploitation dans l'Ille-et-Vilaine, à Quenon, près de Saint-Aubin-d'Aubigné, m'a permis de fixer l'âge carbonifère d'un calcaire qui ne m'avait présenté, depuis plusieurs années, que quelques Encrines. Ce fait intéressant montre une fois de plus l'existence du bassin intérieur de Puillon-Boblaye et la continuation, dans les plis de ce bassin, des couches carbonifères de Châteaulin jusqu'au delà de Laval, où elles disparaissent sous les formations secondaires.

» D'après les travaux de M. Barrois ([2]), le carbonifère présente, de bas en haut, dans le Finistère :

» Des poudingues et tufs porphyriques, des tufs porphyritiques, les schistes de Châteaulin, formés de couches alternantes de schistes, d'ardoises, de psammites. Ces

---

([1]) En se servant de tubes en terre poreuse assez serrée, on arrête toujours les particules lumineuses, et tous mes efforts ont échoué dans les tentatives pour isoler une substance chimiquement définie, capable de briller spontanément à l'air. Je n'ai donc pu franchir la limite qui sépare ce phénomène biologique d'une action chimique proprement dite.

([2]) Barrois, *Structure géologique du Finistère* [*Bulletin de la Société géologique de France* (réunion extraordinaire, 1886)].

schistes et psammites contiennent de mauvaises empreintes végétales vers Carhaix. A Plouyé, les psammites ont fourni : *Spirifer striatus, Strophomena rhomboidalis;* enfin, des lentilles calcaires interstratifiées vers la base de la série contiennent : *Phillipsia Derbyensis, Productus semireticulatus.* Cet ensemble repose sur les schistes de Porsguen (dévonien) en stratification transgressive, et se trouve recouvert par le terrain houiller.

» D'après les travaux de M. Œhlert [1], le carbonifère présente, dans la Mayenne :

» A Saint-Roch, près de Changé, un calcaire noir compact, parfois traversé par de petites veines de spath calcaire. Les bancs les plus compacts ne fournissent que de rares fossiles, principalement des polypiers; mais, au milieu d'eux, il existe plusieurs couches fossilifères contenant :

Phillipsia Derbyensis Mart.
Cypricardia squamifera d'Orb.
Terebratula hastata Sow.
Rhynchonella pugnus Mart.
Spirifer glaber Mart.
Spirifer lineatus Mart.
Spirifer crispus de Kon.
Leptæna depressa d'Orb.
Productus Cora d'Orb.
Productus semireticulatus Mart.
Productus punctatus Mart.
Pentremites ellipticus Sow.

» Si l'on compare cette liste avec celles qui ont été publiées par M. Dupont sur le carbonifère de Belgique [2], on voit qu'elle offre plus de ressemblance avec les listes des fossiles du calcaire de Visé qu'avec aucune autre et que, par suite, le calcaire de Saint-Roch doit être rapporté au carbonifère supérieur. Ce terrain semble séparé du dévonien inférieur par une roche feldspathique.

» Dans l'Ille-et-Vilaine, à la carrière de Quenon, le terrain carbonifère semble reposer, comme dans le Finistère, sur les schistes de Porsguen, qui recouvrent eux-mêmes la grauwacke à *Pleurodyctium problematicum*, le calcaire à *Atrypa* et *Chonetes* et le grès à *Pleurodyctium Constantinopolitanum*. On trouve d'abord des bancs de schistes, recouverts par un calcaire compact ne contenant que quelques traces d'Encrines à la superficie des bancs. La continuation de l'exploitation vers le sud a fait découvrir une série de nouvelles couches fossilifères. Le calcaire compact renferme d'abord de petites couches schisteuses. Ces dernières deviennent plus fortes, plus nombreuses, et finissent par recouvrir la formation de bancs puissants. Les fossiles ap-

[1] Œhlert, *Calcaire de Saint-Roch, à Changé* (*Bulletin de la Société géologique de France,* 3e série, t. VIII, p. 270; 1880).

[2] Dupont, *Mémoire sur le calcaire carbonifère de Belgique* (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*).

paraissent dans les couches schisteuses et dans les bancs calcaires intercalés. Ils deviennent de plus en plus nombreux en approchant de la grande masse schisteuse et ils finissent par diminuer et disparaître dans celle-ci.

» Voici une liste de quelques fossiles, déterminés grâce à l'obligeance de M. Barrois.

Phillipsia gemmulifera Phill.
» *Derbyensis* Martin.
Spirifer striatus Phill.
» *duplicicosta* Phill.
» *bisulcatus* Sow.
» *oceani* d'Orb.
» *convolutus* Phill.
» *laminosus* Mac Coy.
» *lineatus* Mart.
» *glaber* Mart.
Productus aculeatus Mart.
» *semireticulatus* Mart.
» *scabriculus* Mart.
Productus Flemingii de Kon.
Chonetes hardrensis Phill.
» *papilionacea* Phill.
Streptorhynchus crenistria Phill.
Leptæna depressa d'Orb.
Orthis Michelini Lév.
» *resupinata* Mart.
Rhinchonella pleurodon Phill.
Terebratula hastata Sow.
Euomphalus Dionysii.
Conocardium alæforme.
Cypricardinia squamifera d'Orb.
Syringopora sp.

» Cette liste rapproche le calcaire de Quenon du calcaire de Visé (carbonifère supérieur); cependant, l'absence de *Productus Cora* peut faire croire que cette zone est un peu plus ancienne que celle de Saint-Roch (Mayenne). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'orage du 18 août 1890, à Dreux.* Note de M. **Léon Teisserenc de Bort**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Les phénomènes orageux qui se sont produits dans la soirée du lundi 18 août ont été accompagnés, à l'ouest de Paris, d'un coup de vent très localisé, d'une grande violence, rappelant par ses effets les *tornados* des États-Unis. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les premiers résultats de l'enquête que j'ai faite à Dreux pour déterminer, autant que possible, par renseignements et surtout par l'étude des dégâts matériels, la nature et les caractères de ce météore.

» Le 18, vers 10h du soir, on voyait au sud-sud-ouest de Dreux un grand cumulo-nimbus orageux [1]; dans ce nuage, les éclairs étaient incessants. Le tonnerre était

---

(1) Mon attention ayant été appelée à Paris sur ce nuage, j'ai mesuré, avec une montre à secondes, la fréquence des éclairs; deux mesures concordantes ont donné

peu intense, mais continu; après quelques coups de tonnerre plus forts, accompagnés de quelques gros grêlons, on entendit, vers $10^h 25^m$, un grondement très intense, comparable à celui que produit un train pénétrant sous un tunnel, et, en moins d'une minute, dans les quartiers atteints, les tuiles volèrent de toute part, les arbres furent arrachés et plusieurs maisons détruites par un coup de vent terrible.

» Quelques minutes après, le temps était redevenu calme (un des témoins est sorti dans la rue, un instant après la tourmente, avec sa bougie allumée et a pu regarder à terre avant qu'elle ne fût éteinte par le vent) et le ciel ne tarda pas à s'éclaircir.

» L'orage ne s'annonçant pas comme devant être très fort, d'après le bruit de la foudre, l'attention n'a pas été appelée d'une façon particulière sur ce météore avant le passage de la tourmente; à ce moment, le ciel était en feu et quelques personnes assurent avoir vu une nuée qui était à la hauteur du toit des maisons.

» Il semblerait donc que cet orage était accompagné d'une grande trombe; l'examen des dégâts qu'il a causés amène à la même conclusion.

» Les premières traces de la violence du vent se voient au sud de la ligne du chemin de fer de Dreux à Argentan. Il y a quelques pommiers abattus sur la hauteur; près du pont qui donne passage à la route qui mène à Garnay, les chaumes d'un champ en pente sont tous couchés dans la direction du nord; après le remblai du chemin de fer, on voit aussi des arbres brisés, d'autres arrachés, et les dégâts augmentent d'intensité. La première construction située à l'extrémité sud-ouest du faubourg de Saint-Thibault a été très endommagée; les maisons basses occupées par des maraîchers et qui bordent les prairies dans le thalweg de la vallée ont peu souffert. Le vent dans cette région a brisé les arbres, sans les déraciner, à 2^m et 3^m du sol. Mais toutes les maisons du faubourg faisant face au sud-est, et qui ont eu ainsi à supporter le premier choc de l'ouragan, sont très atteintes et la plupart sont démolies. Il est vrai de dire que ce sont des constructions avec châssis de bois et torchis, ou bâties en pisé.

» L'ouragan, après avoir renversé toutes les cheminées du Palais de Justice, qui par leur chute ont causé de grands dégâts dans l'édifice, a continué sa route en enlevant çà et là quelques morceaux de toiture et détruisant des constructions légères. Il a suivi la vallée de la Blaise, orientée du sud-ouest au nord-est; dans cette vallée, il a arraché un grand nombre de peupliers qui sont couchés généralement du sud-sud-ouest au nord-nord-est; dans les environs des Fontaines, à 1500^m de Dreux, les arbres déracinés sont assez nombreux.

» Le météore a poursuivi sa marche jusqu'à la vallée de l'Eure; là il

---

48 éclairs à la minute. La partie supérieure du nuage présentait, de temps à autre, de grandes étincelles formant des aigrettes très brillantes dirigées vers le ciel, qui était pur.

paraît avoir été arrêté dans sa progression rectiligne vers le nord-est, par le plateau qui s'élève à 60^m au-dessus de la rivière et fait face à la vallée de la Blaise. Il a obliqué un peu vers la gauche dans la vallée de l'Eure, puis, reprenant sa direction primitive, il est remonté le long d'une légère déclivité du terrain vers le village de Brissard; l'ouragan a fait une trouée dans la partie ouest de ce village situé sur le plateau, renversant plus de vingt maisons et tous les arbres des jardins. Il s'est ensuite abattu sur le parc du château d'Abondant; à son arrivée au contact des premiers grands arbres, il en a renversé et brisé un grand nombre, puis a déraciné çà et là, dans le bois, des chênes de haute futaie. Ces dégâts se sont étendus jusqu'au milieu du parc, sur une longueur de 500^m à 600^m, après quoi le météore n'a plus fait sentir son action près du sol. La plupart des arbres sont couchés du sud-ouest au nord-est; mais il y en a plusieurs, à 200^m des premiers, renversés en sens contraire.

» D'après les traces laissées par ce météore, on peut conclure que l'orage du 18 août était accompagné d'un tourbillon violent, analogue aux *tornados* des États-Unis [1].

» La zone restreinte dans laquelle se sont produits les dégâts montre que ce coup de vent avait des limites assez nettes, comme on l'observe dans les phénomènes tourbillonnaires.

» Ainsi, pendant que le quartier Saint-Thibault était si éprouvé, à 1^{km} à l'est, sur le boulevard de la Gare, on ne ressentait qu'un vent fort, ne causant pas de dégâts. De même, au Brissard, à 300^m des maisons rasées par l'ouragan, les toitures sont intactes.

» La marche générale du tourbillon a été presque exactement dirigée du sud-ouest au nord-est, en suivant la vallée de la Blaise, laissant çà et là des traces de son passage sur une largeur de 400^m à 600^m et une longueur de 9^{km}.

» Les chutes de foudre ont dû être très rares, car on n'en trouve pas de traces sur les arbres et les maisons, et aucun incendie n'a été allumé dans les charpentes légères des toitures.

» Il faut pourtant signaler dans la maison Vivien, construite solidement en briques, des traces manifestes de décharges électriques. Cette maison extérieurement a peu souffert de l'ouragan, le toit seul et les vitrages ont été endommagés; mais certaines

---

[1] M. L. Rotch, Directeur de l'observatoire de Blue-Hill, près de Boston, qui a visité les environs de Dreux avec moi, a trouvé la plus grande similitude entre les ravages causés par l'orage du 18 et ceux des *tornados* qui sévissent aux États-Unis.

vitres ont été perforées de trous circulaires, et le verre de la vitre, resté à angle vif à l'extérieur, a subi à l'intérieur un commencement de fusion qui a arrondi les cassures.

» Dans cette maison, toutes les cloisons faisant face au sud-ouest, c'est-à-dire perpendiculaires à la trajectoire du météore, ont été renversées, et cela à tous les étages. Ces cloisons étaient formées de briques de champ, solidement reliées par du plâtre et recouvertes de deux enduits.

» L'orage du 18 a coïncidé avec le passage, sur l'ouest de la France, d'une dépression barométrique secondaire qui, d'après les Cartes des isobares et des vents dressées au Bureau central météorologique, a dû suivre, pendant la nuit du 18 au 19, une trajectoire dirigée de la Vendée aux Ardennes.

» Le même météore s'est fait sentir à Épone, dans la vallée de la Maudre, où il a brisé un très grand nombre d'arbres. J'indiquerai, dans une autre Note, les caractères qu'il a présentés sur cette région. »

M. Chapel adresse une Note « Sur la coïncidence de perturbations atmosphériques avec la rencontre des *Perséides* ».

L'auteur fait remarquer que les orages qui viennent de sévir, avec tant de violence, presque simultanément, en des points éloignés du globe, ont suivi immédiatement la rencontre de la Terre avec l'essaim cosmique des Perséides (9-16 août), essaim qui, cette année même, a donné lieu à une assez brillante apparition d'étoiles filantes.

Il formule d'ailleurs la règle suivante, déduite de l'analyse du phénomène et justifiée par les observations : le trouble apporté dans l'atmosphère par l'avènement d'un essaim d'astéroïdes doit être ressenti principalement dans les lieux dont la latitude est peu différente de la déclinaison du point radiant apparent de l'essaim.

L'essaim d'août ayant son radiant principal vers 48° de déclinaison, il en résulte que la région la plus affectée par cet essaim doit être celle qui avoisine le parallèle de 48°.

Cette règle permet de reconnaître, entre les différents essaims actuellement catalogués, ceux qui doivent être le plus influents sur une région déterminée du globe.

M. van Heyden adresse un Mémoire relatif à la hauteur de l'atmosphère terrestre.

M. G. Clere adresse un Mémoire relatif à diverses questions de Cosmogonie.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 aout 1890.

Annales de la Société linnéenne de Lyon, année 1889, tome XXXV. Lyon, H. Georg, 1889; in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon. Tome II, 1889. Lyon, Pitrat aîné, 1890; in-8°.

Revue des travaux de Paléontologie végétale parus en 1888; *par* M. le marquis de Saporta, Correspondant de l'Institut. Paris, Paul Klincksieck, 1890; br. in-8°.

Minutes of Proceedings of the Institution of civil engineers, with other selected and abstracted papers, vol. CI. Edited by James Forrest, Assoc.-Inst. C. E., Secretary. London, 1890; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 11 août 1890.)

Note de M. *de Gerson*, Sur une lampe électrique, dite *lampe Stella*, destinée à l'éclairage des mines :

Page 301, ligne 13, *au lieu de* 1 ampère et 4 volts, *lisez* 1 ampère et 5 volts.

(Séance du 18 août 1890.)

Note de M. *G. Trouvé*, Sur un appareil d'éclairage électrique :

Page 341, lignes 6 et 8 en remontant, et page 342, ligne 12, *au lieu de* érygmatoscope, *lisez* orygmatoscope

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er SEPTEMBRE 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. G. **Seguy** et **Verschaffel** adressent la description et la photographie d'un photomètre fondé sur l'absorption de la lumière par le noir de fumée et sa transformation en travail mécanique. L'instrument est muni d'une aiguille apériodique : les indications sont fournies par une simple lecture.

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart.)

M. E. **Mathieu-Plessy** adresse, comme complément à sa Note précédente, quelques indications sur la solubilité du nitrate d'azotylammonium et sur les caractères de l'azotylamine.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. l'abbé **Fortin** adresse une Lettre signalant l'apparition de deux groupes de taches solaires et leurs relations avec de nouveaux orages.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **Faye**, en présentant à l'Académie le 213e volume annuel de la *Connaissance des Temps* (volume pour l'année 1892), rappelle que, grâce aux améliorations successives apportées par le Bureau des Longitudes à cette publication, notre Éphéméride nationale, plus de deux fois séculaire, répond largement à tous les besoins constatés et est parvenue à un point d'achèvement qu'il sera difficile de dépasser.

Le Bureau des Longitudes n'en tiendra pas moins compte, à l'avenir comme par le passé, de toutes les modifications que les marins, les astronomes et les voyageurs pourront désirer par suite des progrès incessants de l'Astronomie, de la Géographie et de la Navigation.

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, des Cartes publiées par le Service hydrographique de la Marine pendant les mois de juillet et d'août 1890 :

Cartes publiées en juillet 1890.

Numéros.

4269. Côte sud-est de l'île de Malte (Méditerranée).
4352. Fax-Bugt (côte ouest d'Islande).
4361. Entrée du Tage et port de Lisbonne (Portugal).
4365. De la pointe des Monts à Québec (Saint-Laurent, Canada).
4392. Embouchure du Niger ou Kuara (Afrique occidentale).
4394. Baies de Filey et de Scarborough (côte est d'Angleterre).
4395. Ports et mouillages dans la mer Rouge.
4397. Lough de Belfast (côte est d'Irlande).
4398. Port et chenal Molle-Sound de Kennedy (côte est d'Australie).
4401. Baie San Antonio (île du Prince, golfe de Guinée).
4406. Ports et mouillages dans l'archipel de Santa Cruz (océan Pacifique).
4408. Mouillages à la côte est de la Nouvelle-Zélande (océan Pacifique).
11-718. Annuaire des marées de la Basse Cochinchine et du Tonkin (pour l'année 1891).

Cartes publiées en août 1890.

4376. Détroit de Haïtan (côte occidentale de Chine).
4380. Des Pèlerins à la pointe Ouelle (fleuve Saint-Laurent, Amérique septentrionale).
4391. Ports d'Exmouth et de Teignmouth (côte sud d'Angleterre).

Numéros.
4403. Iles Lo-Shu-Shan (Tonkin).
4417. Baie d'Arauco (Chili).
4418. Ports et mouillages à la côte est de Cuba (Antilles).
4422. Havre de Plaisance et baies adjacentes (Terre-Neuve).

BOTANIQUE. — *Influence des hautes altitudes sur les fonctions des végétaux.* Note de M. **Gaston Bonnier**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai rendu compte, dans une Note précédente présentée à l'Académie [1], des principaux résultats obtenus dans les cultures comparées que j'ai établies à diverses altitudes. J'ai indiqué comment varient la forme extérieure et la structure des plantes soumises au climat alpin, mais j'avais laissé de côté les conclusions physiologiques des expériences que j'ai faites. Je résume aujourd'hui les résultats que j'ai obtenus sur les modifications qu'éprouvent les fonctions des végétaux lorsqu'on fait varier l'altitude. Diverses séries d'expériences ont été entreprises, en 1888, à l'Aiguille de la Tour, dans les Alpes; en 1889, au Pic d'Arbizon, dans les Pyrénées, et leurs résultats ont été vérifiés par des expériences faites, en 1890, en Dauphiné.

» Je rappellerai d'abord que j'ai fait voir comment la structure d'une même plante se modifie lorsqu'on la fait croître dans les hautes altitudes. Les feuilles, par exemple, sont en général plus épaisses; leur tissu en palissade est plus développé et contient plus de chlorophylle. On peut se demander de quelle façon ces modifications de la structure réagissent sur les fonctions de la plante. Le problème offre un certain nombre de difficultés. Pour faire les comparaisons, il fallait opérer exactement dans les mêmes conditions avec deux échantillons vivants de la même plante, provenant originairement du même individu, et placés dans des atmosphères de même composition. C'est ce qui a été fait, grâce aux petits laboratoires que j'avais installés à Chamonix (Haute-Savoie) et à Cadéac (Hautes-Pyrénées). J'ai étudié de la sorte, comparativement, les principaux échanges gazeux qui se produisent entre la plante et l'extérieur : l'assimilation chlorophyllienne, la respiration, la transpiration chlorophyllienne et la transpiration à l'obscurité.

---

[1] G. Bonnier, *Cultures expérimentales dans les hautes altitudes* (*Comptes rendus*, 17 février 1890).

» 1° *Assimilation chlorophyllienne.* — On pourrait croire évident qu'une feuille dont le tissu en palissade est plus développé et qui contient plus de chlorophylle doit décomposer plus d'acide carbonique qu'une feuille de même grandeur, de la même espèce, moins épaisse et moins riche en chlorophylle. Mais il est utile de demander à l'expérience la preuve directe de la différence d'intensité que peut présenter cette fonction chlorophyllienne ; on ne saurait toujours déduire du changement de structure d'un organe les modifications de son fonctionnement. Cela est d'autant plus nécessaire, pour le cas qui nous occupe, que j'ai fait voir comment des feuilles très riches en chlorophylle et à tissu en palissade développé, chez certaines espèces, peuvent ne pas dégager d'oxygène à la lumière, la respiration l'emportant sur l'assimilation, même au soleil [1]. Des expériences comparatives directes étaient donc indispensables. Voici comment j'opérais, à Chamonix, par exemple :

» Des branches feuillées de deux pieds provenant *de la même plante* au début étaient cueillies à la même heure dans la station supérieure (2300^m d'altitude) et dans la station inférieure (1050^m d'altitude); on les entourait de mousse humide et on les plaçait dans une boîte de fer-blanc. Puis, l'échantillon d'en haut étant descendu à Chamonix, on plaçait dans deux appareils semblables deux feuilles comparables, dans une atmosphère contenant la même proportion d'acide carbonique, et on les exposait à la fois à la même lumière. Une prise de gaz initiale était faite dans chaque appareil; puis des prises de gaz, analysées successivement, indiquaient les modifications qui se produisaient dans l'atmosphère entourant chaque feuille ou chaque branche feuillée. La température et l'état hygrométrique étaient absolument les mêmes dans les deux appareils.

» Les expériences ont été conduites d'une façon analogue dans les Pyrénées avec les mêmes plantes, croissant pour la moitié à la station supérieure (2400^m d'altitude), et pour l'autre moitié à la station inférieure (740^m d'altitude).

» Ces recherches ont été faites sur les espèces suivantes : *Ranunculus acris, Calluna vulgaris, Leucanthemum vulgare, Alchimilla vulgaris, Rubus idœus, Achillea Millefolium, Veronica officinalis, Betonica grandiflora,* etc.

» Pour toutes ces espèces, qui avaient poussé vigoureusement dans la station supérieure et dans la station inférieure, les différences se sont toujours montrées dans le même sens. Dans les mêmes conditions extérieures, pour une même surface, les feuilles des altitudes supérieures dé-

---

(1) G. Bonnier, *Note sur quelques plantes à chlorophylle qui ne dégagent pas d'oxygène à la lumière* (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 16 novembre 1889).

composent toujours plus d'acide carbonique et dégagent plus d'oxygène que les feuilles de la même plante cultivée aux altitudes inférieures. Cette différence est ici constatée pour le même éclairement; or, comme la lumière est plus intense dans la région alpine que dans les plaines, l'assimilation sera encore plus grande dans le climat alpin que ne l'indiquent ces expériences.

» 2° *Respiration.* — La respiration a été étudiée comparativement en opérant de la même manière, mais en plaçant les deux appareils à l'obscurité et en les remplissant d'air ordinaire au début de l'expérience. Pour une même surface, l'absorption d'oxygène et l'émission d'acide carbonique étaient plus considérables pour les feuilles de la station supérieure; mais, rapportés au même poids, les résultats se sont montrés sensiblement identiques. Il n'en était pas de même pour l'assimilation.

» Si, au lieu de prendre les feuilles, on compare la respiration des parties similaires des tiges ou des racines, les résultats deviennent difficiles à établir, à cause de l'inégalité trop grande de la structure de ces organes dans les deux stations.

» En tout cas, à cause du froid plus grand, la respiration des plantes se trouve, en fait, considérablement diminuée pendant la nuit.

» 3° *Transpiration chlorophyllienne.* — La transpiration chlorophyllienne est augmentée aux hautes altitudes. Pour le constater, des expériences ont été faites par les pesées de plantes en pot vernissé. La perte de vapeur d'eau, dans les mêmes conditions et au même éclairement, était rapportée à 1^{gr} de poids sec. Il faut tenir compte, dans ces comparaisons, du rapport entre le poids frais et le poids sec du végétal; ce rapport doit être sensiblement le même dans les échantillons comparés pour que les conclusions soient valables.

» 4° *Transpiration à l'obscurité.* — En opérant de la même manière à l'obscurité, la transpiration, dans ces conditions, s'est montrée souvent plus faible chez les plantes des hautes altitudes que chez les plantes de plaines de la même espèce, pour la même température.

» En somme, il résulte de ces recherches comparées de Physiologie expérimentale que :

» Chez les mêmes plantes, placées dans les mêmes conditions extérieures, *l'échantillon cultivé dans le climat alpin a modifié ses fonctions de telle sorte que l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes sont augmentées, tandis*

que la respiration et la transpiration à l'obscurite semblent peu modifiées ou même diminuées.

» Il en résulte que, pendant la courte saison des hautes altitudes, les plantes élaborent avec plus d'intensité les principes nutritifs qui leur sont nécessaires.

» Ces résultats pourraient servir à expliquer la plus grande quantité relative de sucres, d'amidon, d'huiles essentielles, de pigments colorés, d'alcaloïdes, etc., que l'on constate chez les plantes de plaines croissant dans le climat alpin, car ces produits sont tous en rapport avec l'assimilation chlorophyllienne. »

BOTANIQUE. — *Sur l'assimilation chlorophyllienne des arbres à feuilles rouges.* Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. Duchartre.

« Beaucoup d'arbres dont les feuilles sont ordinairement vertes présentent, en Horticulture, des variétés à feuilles rouges. Tels sont, parmi les plus communs, le Hêtre, l'Orme, le Charme, le Coudrier, le Bouleau, le Sycomore. Dans le cas où la chlorophylle des feuilles se trouve ainsi mélangée à un pigment colorant spécial, que devient l'assimilation chlorophyllienne? Aucune donnée précise ne permettant jusqu'ici de répondre à cette question, quelques expériences à ce sujet nous ont paru intéressantes [1].

» Le Hêtre (*Fagus sylvatica*) possède une variété pourpre : *Fagus sylvatica* var. *purpurea :*

» Deux arbres de 2 ans environ, l'un à feuilles vertes et l'autre à feuilles rouges, ayant poussé dans le même terrain et dans les mêmes conditions d'éclairement, ont été coupés au niveau du sol et exposés au soleil sous des cloches d'égale capacité, hermétiquement closes et blanchies à la chaux. L'air de chacune de ces cloches a été analysé avant et après l'expérience; il renferme au début, dans l'une et dans l'autre, la même proportion (3,5 pour 100) d'acide carbonique. Les deux Hêtres ont été choisis aussi semblables que possible par leur aspect extérieur. Comme terme de comparaison, nous avons pris, après l'expérience, le poids sec des feuilles, desséchées à l'étuve à 110°.

---

[1] Ces expériences ont été faites au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

» Nous avons ainsi constaté qu'après trois heures d'exposition au soleil, pour un même poids sec de feuilles :

» Dans la cloche, de 600^{cc}, renfermant le Hêtre rouge, $13^{cc},0$ d'acide carbonique ont été remplacés par le même volume d'oxygène;

» Dans la cloche, de même capacité, renfermant le Hêtre vert, $18^{cc},3$ d'acide carbonique ont été remplacés par $17^{cc},0$ d'oxygène.

» L'intensité de l'assimilation a donc été, dans cette expérience, plus forte pour l'arbre à feuilles vertes que pour sa variété à feuilles rouges.

» Les feuilles du Hêtre pourpre sont d'un rouge verdâtre; la différence de coloration entre les deux arbres était, en somme, assez faible. Nous avons répété la même expérience avec des branches d'une autre variété de Hêtre, *Fagus sylvatica* var. *cuprea*, dont les feuilles prennent des tons cuivrés qui dissimulent, bien plus que dans la variété précédente, la présence de la chlorophylle :

» Nous avons trouvé que, après quatre heures d'exposition au soleil, dans des cloches renfermant 7,5 pour 100 d'acide carbonique, $0^{gr},880$ de feuilles vertes (desséchées après l'expérience) ont décomposé 30^{cc} d'acide carbonique, tandis que, dans le même temps, $2^{gr},110$ de feuilles cuivrées n'ont décomposé que 11^{cc} d'acide carbonique.

» La différence s'est produite dans le même sens que précédemment, mais elle est bien plus accentuée, puisque 1^{gr} de feuilles vertes a décomposé $33^{cc},0$ d'acide carbonique, pendant que le même poids de feuilles cuivrées n'en a décomposé que $5^{cc},2$, c'est-à-dire un volume environ six fois moindre.

» Une autre analyse a donné des résultats analogues. Dans le même temps, des feuilles de Hêtre vert ont décomposé, pour 1^{gr} de poids sec, $29^{cc},0$ d'acide carbonique, et des feuilles de Hêtre cuivré $4^{cc},5$ seulement. L'intensité de l'assimilation chlorophyllienne pour les deux arbres a été encore dans la proportion de 1 à 6 environ.

» Les feuilles vertes du Bouleau (*Betula alba*) ont été comparées, au même point de vue, avec les feuilles rouges du *Betula alba*, variété *foliis purpureis* :

» Tandis que 1^{gr} des premières, desséchées, a décomposé $12^{cc},6$ d'acide carbonique, le même poids de feuilles rouges n'en a décomposé que $4^{cc},6$, environ trois fois moins. Une autre expérience a fourni sensiblement le même rapport pour l'intensité de l'assimilation dans les deux cas.

» Pour le Sycomore (*Acer Pseudo-Platanus*) comparé à sa variété *Acer Pseudo-Platanus* var. *purpurea*, les résultats ont été identiques :

» En une heure, à une lumière diffuse faible, dans une atmosphère renfermant 5 pour 100 d'acide carbonique, des feuilles vertes ont décomposé, pour 1^{gr} de poids sec, $5^{cc},6$ d'acide carbonique. Dans le même temps et dans les mêmes conditions, des

feuilles de la variété rouge n'ont décomposé, pour 1^{gr} de poids sec, que $0^{cc},8$ d'acide carbonique. L'assimilation a donc été environ six fois moins active par les feuilles rouges que par les feuilles vertes.

» Enfin, tandis que 1^{gr} de feuilles de *Prunus domestica* a décomposé, en trois heures, $17^{cc},9$ d'acide carbonique, un poids égal de feuilles rouges d'une espèce voisine, le *Prunus Pissardi*, n'en a décomposé que 14^{cc}.

» En résumé, *chez les arbres à feuilles rouges ou cuivrées, l'assimilation chlorophyllienne est toujours plus faible que l'assimilation des mêmes arbres à feuilles vertes.*

» *Cette différence d'intensité peut être assez grande; le Hêtre cuivré, le Sycomore pourpre, par exemple, assimilent environ six fois moins, toutes conditions égales d'ailleurs, que le Hêtre ou le Sycomore ordinaires.*

» Ces résultats s'accordent avec le fait, bien connu en Horticulture, que les arbres à feuilles rouges ont un accroissement beaucoup moins rapide que les mêmes arbres à feuilles vertes. Ils donnent, en même temps, la raison de cette différence; la lenteur de l'accroissement trouve, en effet, son explication dans l'affaiblissement de l'assimilation chlorophyllienne. »

BOTANIQUE. — *Sur les oospores formées par le concours d'éléments sexuels plurinucléés.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Duchartre.

« On a démontré que, dans la reproduction sexuelle, chez les Phanérogames, il y a fusion de deux noyaux, et M. Guignard a pu déterminer récemment les conditions de cette fusion.

» Des observations de Fisch (¹), de Hartog (²), de Wager (³), il semblait que l'on fût en droit de conclure que la fusion des noyaux se produisait également lorsque les cellules mâles et les cellules femelles renfermaient plusieurs noyaux. Les recherches histologiques que nous avons entreprises chez les Oomycètes nous ont montré que les choses ne se passent point d'une manière aussi simple.

(¹) Fisch, *Ueber das Verhalten der Zellkerne* (*Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Strassburg*, 1885).

(²) Hartog, *Recherches sur la structure des Saprolégniées* (*Comptes rendus*, 1889).

(³) Wager, *Annals of Botany*, 1889.

» Je prendrai d'abord comme exemple la Rouille blanche des Crucifères (*Cystopus candidus*); le protoplasma des oogones jeunes forme un réseau lâche. Fisch a vu de nombreux noyaux dans les mailles de ce réseau; cette observation a été contredite par Chmielewskij ([1]), qui n'attribue qu'un seul noyau à l'oogone et considère les noyaux vus par Fisch comme de simples granulations de protoplasma. En réalité, les oogones jeunes renferment bien de nombreux noyaux placés à l'intersection des mailles du réseau; le noyau unique dont parle Chmielewskij n'est autre chose que le début de la formation du globule oléagineux central.

» C'est même ce globule qui a causé les erreurs d'interprétation de tous les auteurs qui se sont occupés de ce sujet : en effet, il se colore de plus en plus à mesure qu'il grossit et qu'il vieillit. D'un autre côté, le protoplasma de l'oogone, au moment où la fécondation s'opère, se condense; il est chargé de substances de réserve qui vont servir à l'accroissement du globule central et il se colore fortement, soit par l'hématoxyline, soit par les carmins masquant la présence des noyaux. De là à admettre que les noyaux ont disparu en allant constituer le globule central, il n'y avait qu'un pas, qui a été franchi.

» En réalité, l'oogone, à cet état, renferme toujours de nombreux noyaux. Le moyen qui nous a le mieux réussi pour les mettre en évidence à ce moment est le suivant : on colore à l'hématoxyline aqueuse, en dépassant beaucoup la coloration voulue; on décolore ensuite avec de l'eau alunée renouvelée plusieurs fois.

» Quant à la nature oléagineuse du globule central, elle est facile à démontrer : on fait des coupes minces d'oospores, au moyen d'un microtome, après inclusion dans la paraffine; après un séjour de vingt-quatre heures dans le chloroforme, ces coupes sont colorées. Les noyaux sont toujours visibles, mais le globule central a complètement disparu. Si le séjour dans le chloroforme a été moins long, il reste du globule un squelette plus ou moins complet : c'est tantôt un anneau, tantôt un segment de cercle qui absorbe et retient l'hématoxyline, ou encore une sphère dont la partie superficielle et quelques trabécules internes se colorent plus vivement.

» Dans les oospores arrivées à maturité, le globule oléagineux est en-

---

([1]) Chmielewskij, *Zur Frage über die Copulation der Kerne beim Geschlechtsprocess der Pilze* (*Arbeit. d. neurussichen Naturf. Gesellschaft*, Bd. XIII, Hft. 1, et *Bot. centralblatt*, 1889, Bd. XXXVIII).

touré par une couche de protoplasma assez régulière ; sur une section de l'oospore, on voit dans cette couche très nettement de 8 à 12 noyaux, ce qui en suppose au moins trois fois plus pour l'oospore entière. Ces noyaux ne diffèrent en rien de ceux que nous avons vus dans l'oogone jeune.

» L'anthéridie renferme également plusieurs noyaux; mais, comme le protoplasma de l'oogone est fortement condensé au moment de la fécondation, il m'a été impossible jusqu'ici de voir le résultat de l'acte sexuel.

» On peut dégager de ce qui précède les conséquences suivantes :

» 1° L'oogone jeune du Cystope blanc contient plusieurs noyaux, comme l'a vu Fisch, dont l'observation avait été contredite récemment par Chmielewskij;

» 2° Ces noyaux ne se fusionnent pas en un seul avec les noyaux de l'anthéridie, comme le pensait Fisch; il n'y a pas davantage fusion d'un noyau mâle avec un noyau femelle, ainsi que l'a dit Chmielewskij. Le prétendu noyau est un globule oléagineux, entièrement soluble dans le chloroforme; il est entouré par une couche de protoplasma qui renferme de nombreux noyaux.

» Enfin, ces résultats peuvent être généralisés : j'ai déjà démontré que l'oospore d'*Ancylistes Closterii* est plurinucléée ([1]); j'ai constaté, d'autre part, la même structure dans les oospores des *Saprolegnia,* des *Pythium,* des *Peronospora,* genres pour lesquels les mêmes erreurs, à quelques variantes près, avaient été commises. Je me propose d'indiquer prochainement le détail de ces observations.

» Ainsi doit disparaître cette théorie de Fisch sur la fusion des noyaux en un seul dans les oospores formées par le concours d'éléments sexuels plurinucléés, théorie qui paraissait avoir reçu une confirmation par plusieurs travaux récents; elle aura eu du moins le mérite d'appeler l'attention sur une étude dont on ne saurait méconnaître l'intérêt au point de vue biologique. »

([1]) P.-A. Dangeard, *Recherches histologiques sur les Champignons* (*Le Botaniste,* 2e série, 2e fascicule, p. 95).

MÉTÉOROLOGIE. — *Premières observations sur le cyclone du 19 août dans le Jura;* par M. l'abbé **Bourgeat.**

« Tous les journaux ont fait connaître le terrible cyclone qui s'est abattu, le soir du 19 août, sur les montagnes du Jura et qui y a produit de si terribles ravages. J'arrive d'une tournée d'études dans la région la plus ravagée et je m'empresse de communiquer à l'Académie les premières observations que j'ai pu recueillir. J'y joins aussi les renseignements qu'ont bien voulu me communiquer MM. les curés d'Oyonnax et de Saint-Georges, MM. les vicaires des Rousses et de Bois-d'Amont, ainsi que M. le pharmacien Burlet, de Saint-Claude, d'après un questionnaire précis que je leur avais adressé :

» 1° Sur tout le parcours du cyclone et dans tout le territoire avoisinant, la soirée du 19 août avait été particulièrement chaude et lourde. Le matin, cependant, il était tombé, en quelques points, de rares gouttes de pluie, spécialement dans la banlieue de Volfin.

» 2° Lorsque le cyclone a commencé dans la région d'Oyonnax, le ciel, dans cette région, s'est illuminé d'éclairs incessants. Ces éclairs se sont ensuite déplacés dans le sens du cyclone, marchant avec lui. A la droite comme à la gauche de l'ouragan, on pouvait presque lire comme en plein jour; il semblait qu'une véritable masse de feu, accompagnée des grondements sourds et ininterrompus du tonnerre, cheminait du sud-ouest au nord-est, c'est-à-dire d'Oyonnax à Saint-Claude, de Saint-Claude aux Rousses, avec une vitesse effrayante.

» 3° Sur le parcours du cyclone, à travers toute la région française et jusqu'aux premiers villages du canton de Vaud, il n'est tombé que quelques gouttes de pluie. L'ouragan une fois passé, le ciel est redevenu serein. A Saint-Claude, spécialement, on pouvait apercevoir les étoiles.

» 4° Nulle part en France, il n'est tombé de grêle sur les bords de la zone atteinte par l'ouragan. Les hauts sommets de la Faucille, d'où je reviens, n'ont reçu qu'une abondante pluie. Il en a été de même partout, soit à droite, soit à gauche du cyclone. On a bien signalé de la grêle à Lons-le-Saunier, à 60^{km} du trajet de l'ouragan; mais cette grêle n'est tombée que le lendemain à $5^h 30^m$ du matin, dix heures après la catastrophe.

» 5° Le cyclone s'est déplacé absolument en ligne droite, allant à peu près de l'ouest 45° sud à l'est 45° nord. Il a pris en écharpe les grandes

arêtes du Jura; mais celles-ci ne l'ont pas sensiblement dévié. A Ronchette, à Saint-Claude, à Longchaumois, aux Arcets, il a franchi, comme d'un bond, des rochers de 300^m à 400^m, sans qu'il ait éprouvé d'autre effet que d'être momentanément découpé en deux.

» 6° Sur son parcours, il s'est produit des phénomènes électriques nombreux. Tous les arbres ont été roussis, même ceux qui sont restés sur pied, ce qui permet d'en voir de loin la trace sur les forêts. Les toitures en zinc ont été plus spécialement atteintes et les feuilles du métal ont été enroulées violemment. A Saint-Claude, chez M. le Dr Gros, une serrure a été faussée; chez M. le vicaire général Lacroix, une porte a été dépouillée de ses ferrures, bien que la serrure et la porte fussent à l'abri de l'ouragan, dans des appartements qui sont restés clos et qui n'ont pas été découverts. Aux Arcets, des vis ont été enlevées d'un tiroir; à Bois-d'Amont, de nombreuses clefs ont été tordues; à Saint-Claude, chez M. le pharmacien Burlet, une glace a été percée presque sans étoilement et les bords de l'ouverture ont été fondus avec écoulement visible de larmes de verre. C'est enfin près du paratonnerre de la cathédrale que les clochetons ont été le plus atteints.

» 7° Quant à la vitesse de translation de cette formidable tempête, elle a été à peu près de 1^{km} à la minute. Elle s'est fait sentir, en effet, à $7^h 15^m$ à Oyonnax. Elle atteignait Saint-Claude, à 26^{km} plus loin en ligne droite, vers $7^h 40^m$. Elle arrivait aux Rousses, à 40^{km} à peu près d'Oyonnax en ligne droite, vers $7^h 55^m$. Enfin l'ouragan sévissait à $8^h 5^m$ au village de Bois-d'Amont, à 10^{km} à peu près des Rousses. Cela fait une cinquantaine de kilomètres en cinquante minutes. La vitesse, comme on le voit, a été sensiblement uniforme.

» 8° L'espace atteint varie de largeur. Vers Oyonnax, où le cyclone a commencé à se faire sentir, les arbres sont déracinés sur une zone de 3^{km} à 4^{km}. Vers Saint-Georges ou Larivoir, les dégâts s'observent sur une largeur de 1^{km} à peu près. A Saint-Claude, ils sont visibles sur près de 800^m. Ils se réduisent à une zone de 500^m au Fresnois. Ils atteignent plus de 1^{km} vis-à-vis de Longchaumois. Ils retombent à 800^m ou 900^m aux Arcets, ainsi qu'au voisinage des Rousses et de Bois-d'Amont.

» 9° Voici comment, sur cette largeur de terrain, les arbres sont renversés.

» Si l'on prend le côté droit du cyclone, c'est-à-dire le côté sud-est, les arbres sont couchés vers le *nord-est* ou dans le sens du mouvement de translation de l'ouragan.

» A mesure que l'on s'avance vers le milieu, on voit presque partout la ramure se tourner de plus en plus vers le nord. Elle regarde le nord vers le centre du territoire dévasté. C'est ainsi que sont couchés la plupart des arbres de Saint-Claude, et des milliers d'arbres brisés ou déracinés aux Arcets.

» Enfin, quand on s'approche du côté gauche, les arbres s'inclinent un peu vers le nord-ouest; mais le nombre d'arbres déracinés dans ce sens est très restreint. Aux Rousses, sur la partie gauche du cyclone, on m'a signalé un arbre renversé et une guérite déplacée à l'opposé de l'ouragan.

» Presque tous les objets enlevés ont été transportés, soit dans le sens de l'ouragan, soit dans la direction du nord.

» Ces faits démontrent, à n'en pas douter, un mouvement giratoire s'effectuant en sens inverse de celui des aiguilles d'une montre.

» 10° Chose importante à noter, ce sont généralement les bas-fonds qui ont le plus souffert. Saint-Claude et les Arcets sont dans de profondes dépressions, et c'est là peut-être que l'ouragan a fait le plus de ravages. Les saillies en regard du cyclone sont moins atteintes que les parties qu'elles auraient dû protéger. Il y a, au nord-est de Saint-Claude, trois saillies qui forment comme trois gradins, se continuant sur une cinquantaine de mètres en plate-forme à peu près horizontale. Or, c'est en arrière de chacune de ces saillies, sur le bout opposé de la plate-forme, que les arbres ont été en plus grand nombre détruits.

» 11° Durant le passage du cyclone, ou du moins peu après, il s'est fait sentir une diminution considérable dans la pression barométrique. Dans beaucoup de maisons, la lumière du gaz s'est élancée vivement en dehors des conduits.

» C'est peut-être par suite de cette diminution dans la pression barométrique, et par l'appel d'air qui en a été la conséquence, qu'on peut expliquer que, dans les vallées qui viennent déboucher sur la droite du cyclone, il y ait eu un certain nombre d'arbres renversés vers le cyclone même. Le fait est bien visible à la Cueille, près de Saint-Claude, aux Charrières, près de Longchaumois, et à la Combe-des-Fiers, près des Arcets.

» J'aurais encore d'autres faits à signaler, mais j'en attends la vérification pour les soumettre à l'Académie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la signification du mot* cyclone; par M. H. **Faye**.

« M. Faye demande la permission de faire une simple critique de mots, à l'occasion de la très intéressante Lettre que M. le Secrétaire perpétuel vient de communiquer à l'Académie.

» Il s'agit du nom de *cyclone*, appliqué par l'auteur et par beaucoup de journaux à l'un des phénomènes qui ont ravagé récemment certaines localités. Or ce terme a reçu depuis longtemps un sens très précis et bien différent. C'est l'équivalent scientifique des mots de tempête, de typhon, d'ouragan (en anglais *hurricane*), tandis que les phénomènes locaux qui ont sévi récemment en Normandie ou dans le Jura sont des trombes (des tornados aux États-Unis). Je ne veux pas dire par là qu'il y ait erreur, car les phénomènes susdits sont bien de nature cyclonique, comme les tempêtes; mais, malgré cela, il existe, entre les cyclones et les trombes, des différences assez caractérisées pour qu'il soit nécessaire de leur maintenir des appellations différentes.

» Les marins, par exemple, s'étonneront en entendant dire qu'un *cyclone* a sévi, dans le Jura, sur une bande de terrain large de quelques centaines de mètres. Pour eux, un cyclone est un phénomène qui naît à quelques degrés de l'équateur et qui décrit sur le globe terrestre une immense trajectoire, en marchant d'abord à l'ouest-nord-ouest, puis au nord, puis au nord-est (sur notre hémisphère), en couvrant finalement une étendue croissante de pays presque comparable à celle de la France; tandis qu'une trombe ou un tornado parcourt, le plus souvent, quelques lieues en ligne droite, et n'a guère, en bas, qu'un diamètre compris entre une dizaine de mètres et un ou deux milliers.

» La distinction que je signale a aussi son importance au point de vue scientifique, à cause de la merveilleuse liaison qui existe entre les cyclones et leurs phénomènes accessoires, trombes ou tornados, grêles, orages électriques, averses torrentielles, liaison signalée pour la première fois à l'observatoire de Paris. Ces derniers sont, par rapport aux cyclones, des épiphénomènes de peu de durée; ils se produisent sur le flanc droit des cyclones, en dehors de la trace que ceux-ci impriment sur le globe. Par exemple, les trombes, les orages ou les grêles de ces derniers jours ont très probablement accompagné, mais avec des vitesses propres, des cyclones passant au nord de nos régions, venant de l'Atlantique et se diri-

geant vers quelque point du compas situé entre le nord et l'est. Ces trombes sont heureusement bien plus rares chez nous qu'aux États-Unis. Nous en comptons pourtant de tout aussi terribles; telles la trombe de Monville-Malaunay, près de Rouen, en 1845, celle de Châtenay en 1839, celle de Vendôme en 1871, celle de Moncetz en 1877, etc., et surtout ces deux effroyables tornados à grêle, accouplés, du 13 juillet 1788, qui ont parcouru de conserve, dans le sens du nord-nord-est, une double zone de la France et des Pays-Bas, avec une vitesse de 18 $\frac{1}{3}$ lieues à l'heure, en ruinant et en frappant d'épouvante les populations [1]. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er septembre 1890.

Statistique médicale de l'armée pendant l'annee 1888, *publiée par le Ministère de la Guerre.* Paris, Imprimerie nationale, 1890; in-4°.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes, pour l'an 1892, *publiée par le Bureau des Longitudes.* Paris, Gauthier-Villars et fils; in-8°.

Les perfectionnements de la vinification dans le midi de la France; par M. Armand Gautier, Membre de l'Institut. Paris, O. Doin, 1890; br. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord pendant l'année 1889; *par* M. Thibaut, Secrétaire général. Lille, L. Danel, 1890; in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1889, tome VII. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1890; in-8°.

Note sur une trombe d'eau; par M. D. Colladon, Correspondant de l'Institut. Genève, Aubert-Schuchardt, 1890; br. in-8°.

Bulletins de la Société des Sciences médicales de Lille. Lille, 1889; in-8°.

---

(1) Voir, sur ce dernier phénomène, ma *Notice sur les orages et sur la formation de la grêle* dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1877.

Note sur la toupie du commandant Fleuriais; par A. BAULE. Paris, L. Baudoin et C[ie], 1890; br. in-8°.

Recueil zoologique suisse; par le D[r] HERMANN FOL; tome V, n° 2. Genève-Bâle, H. Georg, 1890; in-8°.

Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles, 3[e] série, vol. XXV, n° 101. Lausanne, F. Rouge, 1890; br. in-8°.

Annuaire des marées de la Basse Cochinchine et du Tonkin, pour l'an 1891; *par* G. HÉRAUD. Paris, Imprimerie nationale, 1890; br. in-16.

Resumen de las observaciones meteorologicas, año 1886, *publicado por el observatorio de Madrid.* Madrid, Rafael Marco, 1890; in-8°.

Observaciones meteorologicas del observatorio de Madrid, años 1888-1889. Madrid, Rafael Marco, 1890; in-8°.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, new series, vol. XVI. Boston, John Wilson and son, 1889; in-8°.

Miscellanea entomologica, Memoria prima, seconda, terza, di ACHILLE COSTA. Napoli, Michele de Rubertis, 1890; br. in-4°.

Annual Report of the Board of regents of the Smithsonian Institution, 1886, part II; 1887, part I, II. Washington, Government printing Office, 1889; 3 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 SEPTEMBRE 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur un sulfocarbure de platine.* Note de M. P. SCHUTZENBERGER.

« J'ai constaté que, lorsqu'on dirige lentement un courant de gaz inerte, tel que l'azote sec, chargé de vapeurs de sulfure de carbone, à travers une colonne de mousse de platine, maintenue dans un tube de verre entre deux tampons d'amiante et chauffée au moyen d'un brûleur à gaz à une température inférieure à celle du rouge sombre, 400° à 450°, le sulfure de carbone est entièrement et complètement absorbé. La mousse de platine se convertit de proche en proche, depuis le point d'arrivée jusqu'au point de sortie du gaz, en une poudre noire assez divisée.

» En continuant l'expérience jusqu'à épuisement du platine et refus d'absorption du sulfure de carbone et en ayant la précaution, après refroidissement, de broyer la poudre au mortier et de la soumettre à nouveau à l'action des vapeurs de sulfure de carbone, tant qu'il y a augmentation de

poids, on trouve exactement une absorption de 1 molécule de sulfure de carbone CS^2, pour 2 atomes Pt^2 de platine.

» Le produit pulvérulent noir ainsi formé est donc un *composé* ou un *mélange* répondant à la formule

$$Pt^2S^2C,$$

qui est confirmée par le dosage direct du platine, du carbone et du soufre.

» Au lieu d'azote, on peut faire usage d'hydrogène sec et purifié, barbotant à travers une couche de sulfure de carbone avant d'arriver à la mousse de platine chaude. L'hydrogène n'intervient pas dans la réaction, et les résultats sont les mêmes. Tout au plus constate-t-on, dans ce cas, la formation de traces d'hydrogène sulfuré. La poudre noire est très dense et paraît entièrement homogène au microscope. Délayée dans l'eau, elle ne se partage pas, par dépôt, en deux produits d'inégale densité.

» L'acide chlorhydrique et l'acide nitrique purs et bouillants ne l'attaquent pas. Il en est de même de l'eau régale chaude, qui reste à peu près inactive. Ce fait exclut l'idée d'un mélange de protosulfure de carbone PtS et de charbon (noir de fumée) dans le rapport de $2PtS$ à C. On sait, en effet, que le protosulfure de platine est soluble dans l'eau régale. L'absence de charbon divisé est, de plus, établie par l'homogénéité de la poudre.

» On est donc amené par les faits à admettre l'existence d'un sulfocarbure de platine Pt^2S^2C. La constitution probable de ce corps est facile à établir, en tirant parti des valences des éléments.

» L'expression Pt^2S^2C peut être écrite sous la forme

$$C \equiv (Pt=S)^2 \quad \text{ou} \quad C \begin{matrix} /\!\!/ Pt=S \\ \backslash\!\!\backslash Pt=S \end{matrix}.$$

» Un atome de carbone servirait de lien entre 2 molécules de protosulfure de platine. C'est du méthane dont les 4 atomes d'hydrogène sont remplacés par deux groupes bivalents $=Pt=S$.

» Le sulfocarbure de platine, chauffé au-dessous du rouge dans l'oxygène sec, brûle avec incandescence et donne de l'acide carbonique, de l'acide sulfureux mélangé d'anhydride sulfurique, et laisse un résidu de platine pur.

» On pourrait utiliser la réaction précédente, pour absorber et même doser les vapeurs de sulfure de carbone contenues dans un gaz exempt

d'oxygène. Pour le dosage, il suffirait de brûler dans un courant d'oxygène le platine en mousse ayant servi à l'absorption, et de diriger les gaz dans une solution oxydante, capable de convertir l'acide sulfureux en acide sulfurique, telle que le permanganate; puis, de doser l'acide sulfurique par les méthodes ordinaires. Du poids d'acide sulfurique, on déduirait celui du sulfure de carbone retenu par la mousse de platine. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur la gadoline de M.* de Marignac. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« L'an passé, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie ([1]) les résultats d'un examen qualitatif et d'une analyse quantitative de la gadoline préparée par M. de Marignac. Ces résultats montraient que les $\frac{9}{10}$ de la terre ne pouvaient pas être attribués à des substances anciennement connues. Prenant, d'autre part, en considération l'existence d'un spectre électrique spécial, on obtiendrait aisément ainsi une claire confirmation de la découverte de M. de Marignac, si les travaux de cet illustre chimiste n'avaient pas déjà rendu la nouveauté de la gadoline indiscutable.

» Ayant été gracieusement mis, par M. de Marignac, en pleine possession de la gadoline qui m'avait servi pour faire les essais précités, j'ai procédé à un fractionnement de cette matière au moyen de l'ammoniaque très diluée. La petitesse de la masse mise en œuvre ($1^{gr},5$) a rendu ce travail long et délicat. En effet, j'ai bien obtenu 14 portions (n^{os} — IV à + 9); mais, comme l'examen des spectres d'absorption exige une certaine quantité de liqueur concentrée, j'ai dû rassembler toute la matière dans les n^{os} — IV; 0; + 3; + 6 et + 9, par la réduction graduelle et soignée des numéros intermédiaires. De cette façon, la différence de composition existant entre chacun des cinq numéros définitifs et son voisin (entre les n°s 6 et 9, par exemple) se trouve être ce qu'elle aurait été si, la terre étant plus abondante, on avait pu obtenir 14 portions de masses suffisantes pour qu'on fît l'examen de chacune d'elles.

» *A l'absorption*, on constate que le samarium (caractérisé par ses bandes bleues) s'est fortement concentré dans la tête des précipités; il est très marqué dans le n° — IV, faible dans le n° 6 et à peine discernable dans le n° 9. Ainsi, la samarine a manifesté une basicité moindre que celle

([1]) *Comptes rendus*, janvier 1889, p. 165.

de la gadoline. Le didyme s'est naturellement concentré dans la queue des précipités; il n'est pas discernable dans le n° 3, est très modéré dans le n° 6 et facilement visible dans le n° 9.

» *Au renversement*, on voit que la fluorescence Z_β s'est de beaucoup accentuée en tête; elle est belle dans le n° — IV, modérée dans le n° 3, douteuse dans le n° 6, enfin nulle dans le n° 9. D'ailleurs, la terre n° — IV est très jaune, tandis que les terres n°s 6 et 9 sont fort pâles. La fluorescence du samarium (par renversement) se voit assez faiblement dans le n° — IV et pas dans les autres numéros.

» *A l'étincelle directe* (non condensée), le spectre du gadolinium est beau dans tous les numéros, ce qui se comprend, puisque la quantité de Gd^2O^3 contenue dans le n° — IV, le plus impur de tous, est encore très considérable.

» En résumé, les n°s 6 et 9 sont ceux qui contiennent le moins de corps étrangers, ceux-ci consistant principalement en de faibles quantités de Sm, Di et Z_β. Il y a un peu plus de Sm, mais moins de Di, dans le n° 6 que dans le n° 9. Je pense que la somme des impuretés contenues dans chacun de ces deux numéros doit à peine atteindre 2 à 3 centièmes. Ce sont certainement les gadolines les plus pures qui aient encore été obtenues. La terre n° 6 est d'un blanc jaunâtre; la terre n° 9 est sensiblement plus pâle, bien que pas encore strictement blanche.

» M. Clève, le savant professeur d'Upsal, a bien voulu me permettre de publier un des résultats principaux de ses longues et importantes recherches sur la gadoline. M. Clève trouve que la masse principale de la terre ne se scinde pas lorsqu'on la fractionne. Des impuretés, très difficiles à éliminer, mais de nature connue, se répartissent inégalement entre les diverses portions des fractionnements, tout en n'altérant qu'assez peu la valeur de l'équivalent, ainsi qu'on le verra quand, dans une prochaine Note, je citerai les nombres obtenus par M. Clève pour le poids atomique du Gd.

» Je signalerai ici un fait qui semble n'avoir pas été remarqué, car il n'est point mentionné dans les Ouvrages que j'ai pu consulter; sa connaissance éviterait cependant, peut-être, de regrettables méprises aux personnes qui étudient les terres rares. C'est l'assez grande solubilité temporaire des terres rares, et de la gadoline en particulier, dans l'acétate d'ammonium en présence d'un excès d'ammoniaque libre. Une solution de Gd^2Cl^6, contenant de $0^{gr},50$ à 1^{gr} de Gd^2O^3 par litre, étant additionnée, d'abord d'acide acétique, puis d'un excès d'ammoniaque, reste limpide

pendant assez longtemps; elle se trouble néanmoins peu à peu et la précipitation est sensiblement complète en un jour ou deux. La chaleur hâte la formation du dépôt, mais celui-ci n'est alors que partiel; car une liqueur, déjà troublée spontanément d'une façon notable, s'éclaircit quand on la chauffe, pour se troubler de nouveau après refroidissement. J'ai observé des effets analogues avec les sels de Yt ([1]), La et Di. Le dépôt se forme bien plus lentement encore avec La qu'avec Yt ou Di. Un retard de précipitation s'obtient aussi avec le protochlorure de cérium, mais il m'a paru être très peu accentué. »

M. **D. Colladon** adresse à l'Académie un résumé d'une Note qu'il a publiée récemment à Genève, sur une trombe d'eau ascendante.

Cette Note sera transmise, avec ce résumé et les photographies qui l'accompagnent, à M. Mascart qui sera invité à en faire l'objet d'un Rapport verbal à l'Académie.

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE. — *Sur une propriété des systèmes de forces qui admettent un potentiel.* Note de M. **L. Lecornu**, transmise par M. Poincaré.

« Soient x, y, z les coordonnées rectangulaires d'un point M appartenant à un corps continu quelconque. Envisageons, autour de ce point, un élément de masse dm, soumis à une force dont les trois composantes soient $X\,dm$, $Y\,dm$, $Z\,dm$. Si le point M est infiniment rapproché de l'origine O, et si X_0, Y_0, Z_0 désignent les valeurs de X, Y, Z pour $x=y=z=0$, l'on a trois équations telles que $X = X_0 + \frac{\partial X}{\partial x}x + \frac{\partial X}{\partial y}y + \frac{\partial X}{\partial z}z$, les dérivées étant prises avec les valeurs qu'elles possèdent à l'origine. Pour un volume infiniment petit V ayant son centre de gravité en O, la somme des moments des forces relativement à Ox est déterminée par l'intégrale triple $\int (Yz - Zy)\,dm$, étendue à tous les éléments dm de ce volume, et se ré-

---

([1]) Yt impur contenant une certaine quantité de terres terbiques.

duit, en remplaçant Y et Z par leurs valeurs, à

$$\frac{\partial Y}{\partial x}\int xz\,dm - \frac{\partial Z}{\partial x}\int xy\,dm$$
$$+\left(\frac{\partial Y}{\partial y} - \frac{\partial Z}{\partial z}\right)\int yz\,dm + \frac{\partial Y}{\partial z}\int z^2\,dm - \frac{\partial Z}{\partial y}\int y^2\,dm.$$

» Admettons maintenant que les axes de coordonnées soient les axes principaux d'inertie de la masse comprise dans le volume V, et appelons A, B, C les trois moments d'inertie principaux. L'expression précédente devient $\frac{1}{2}A\left(\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}\right) + \frac{1}{2}(B - C)\left(\frac{\partial Y}{\partial z} + \frac{\partial Z}{\partial y}\right)$. Si donc le volume V est choisi de telle façon que l'on ait $A = B = C$, la somme des moments des forces relatifs à Ox est simplement $\frac{1}{2}A\left(\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}\right)$. La condition nécessaire et suffisante pour que cette somme soit nulle est $\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y} = 0$. Les axes Oy et Oz conduisent à des conditions analogues; on peut d'ailleurs, sans troubler ces résultats, remplacer les axes d'abord choisis par des axes de même direction menés à partir d'une origine fixe quelconque. D'après cela, *pour que les forces appliquées aux éléments de tout volume* V, *à moments d'inertie égaux, admettent une résultante unique passant par le centre de gravité, il faut et il suffit que ces forces dérivent d'un potentiel.* Plus correctement, il faudrait dire que, si les forces appliquées dérivent d'un potentiel, le couple résultant est infiniment petit par rapport aux moments d'inertie, et négligeable, par suite, au point de vue de ses effets dynamiques.

» La même propriété subsiste évidemment, avec le même degré d'approximation, si les moments d'inertie, au lieu d'être rigoureusement égaux, diffèrent de quantités infiniment petites par rapport à eux-mêmes : c'est ce qui arrive, par exemple, pour un volume sphérique infiniment petit, découpé dans un milieu de densité variable. On peut donc, en négligeant des quantités infiniment petites par rapport aux moments d'inertie, énoncer ce théorème : *Dans un milieu continu pour lequel il existe une fonction des forces, tout elément sphérique est soumis à des forces qui admettent une résultante unique passant par son centre de gravité, et réciproquement.*

» La forme sphérique peut être remplacée par toute autre forme infiniment peu différente.

» Si l'on applique ce théorème à un fluide parfait, il est d'abord évident, en vertu des équations de l'Hydrodynamique, que les pressions exercées

sur la surface de l'élément considéré peuvent être supprimées, à condition d'introduire en chaque point de la masse une force dont les trois composantes soient $-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}, -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}, -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z}$. Pourvu que la température demeure constante, la densité ρ est fonction de la pression, et cette nouvelle force dérive alors du potentiel $-\int\frac{dp}{\rho}$. Les pressions superficielles ne modifient donc en rien l'énoncé précédent. Cela posé, il résulte du théorème des moments des quantités de mouvement que, pour une masse sphérique ou quasi sphérique, infiniment petite, appartenant à un fluide en mouvement, la somme des moments des quantités de mouvement par rapport à tout axe passant par le centre de gravité éprouve une variation négligeable pendant le temps infiniment petit où la surface s'écarte infiniment peu de la forme sphérique.

» On peut, en partant du résultat précédent, établir assez directement les principales propriétés des tourbillons, telles qu'elles ont été découvertes analytiquement par Helmholtz; mais la démonstration sortirait du cadre de la présente Communication. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le ferment soluble de l'urée.* Note de M. **P. Miquel**, présentée par M. Schützenberger.

« Depuis les travaux de M. Musculus, qui ont rendu indubitable la présence du ferment soluble de l'urée dans les urines ammoniacales émises par les malades atteints de catarrhe vésical, cette substance diastasique n'a été retrouvée par personne; les quelques auteurs qui ont cherché à l'isoler, ou seulement à démontrer son existence, sont arrivés à des résultats négatifs. La préparation de ce corps est cependant facile; voici le procédé qui semble donner les meilleurs résultats :

» Dans du bouillon de peptone, additionné par litre de 2^{gr} à 3^{gr} de carbonate d'ammonium, et stérilisé à froid par filtration à travers la porcelaine, on ensemence l'un des bacilles-ferments actifs de l'urée dont j'ai donné ailleurs la description [1]. Au bout de quelques jours, le liquide se trouble et se charge de la diastase qu'on veut obtenir. Ces sortes de cultures doivent être absolument pures, car les organismes vulgaires peuvent très aisément se substituer aux microbes, agents de la fermentation ammoniacale, ou détruire la diastase au fur et à mesure de sa production. Par le moyen que

---

[1] *Annales de Micrographie*, t. I et II.

j'indique, on peut parvenir à accumuler, par litre de bouillon de peptone, une quantité de ferment soluble capable de transformer en carbonate d'ammonium, en moins d'une heure, 60gr à 80gr d'urée pure.

» La température qui favorise le plus la rapidité de cette réaction se trouve comprise entre 50° et 55°. Mais, déjà à 50°, au contact de l'air, le ferment soluble de l'urée subit une altération profonde; il est complètement détruit au bout de trois à quatre heures. Je ne connais encore que le froid, voisin de 0°, qui puisse conserver pendant plusieurs semaines aux bouillons chargés de ferment soluble leur titre primitif.

» Exposé à 75° pendant quelques minutes, ce ferment est totalement détruit; à 80°, quelques secondes suffisent pour le rendre inactif. Je ferai remarquer que plusieurs des agents organisés qui sécrètent cette diastase résistent souvent deux à trois heures à la température humide de 95°.

» Le procédé de préparation que je viens d'indiquer permet de se procurer, en quantité quelconque, le ferment que M. Musculus retirait, en faible quantité, des urines de quelques ammoniuriques, et dont il attribuait la production à l'épithélium vésical malade. Ce fait a d'ailleurs été contesté par MM. Pasteur et Joubert, qui ont affirmé avec raison que cette zymase procédait des agents figurés de la fermentation ammoniacale, notamment du *Micrococcus ureæ*, le seul agent qui, à cette époque, fût connu comme pouvant aisément hydrater l'urée.

» Depuis, j'ai découvert dans la nature une grande variété de micro-organismes doués de la même faculté; je cultive actuellement une quarantaine d'espèces urophages, présentant des caractères morphologiques parfaitement distincts et des puissances d'action variables; dans ce nombre, je ne comprends pas les mucédinées, qui, comme je l'ai démontré depuis douze ans, peuvent également transformer l'urée en carbonate d'ammonium.

» Je me suis assuré que tous ces microbes de la fermentation ammoniacale sécrètent du ferment soluble, quand on les fait croître dans du bouillon dépourvu d'urée; par conséquent, que la destruction de l'urée à la température ordinaire et en l'absence de tout réactif chimique s'opère par l'intermédiaire de ce ferment soluble; que l'urée est, d'ailleurs, une substance fort peu nutritive pour les organismes inférieurs, qui la respectent généralement jusqu'à ce qu'on leur ait fourni soit des substances albuminoïdes, soit du sucre et des sels ammoniacaux.

» Ces diverses considérations m'amènent à penser que, dans la fermentation ammoniacale, les microphytes agissent toujours sur l'urée au moyen du ferment soluble découvert par M. Musculus, et qu'il n'est pas néces-

saire de recourir ici à l'hypothèse, d'ailleurs peu vraisemblable, de la destruction de l'urée par un acte de nutrition, pour expliquer la fermentation alcaline des urines.

» Dans une prochaine Note, j'étudierai les propriétés du ferment soluble de l'urée et la résistance qu'il offre aux agents chimiques et physiques. »

ANATOMIE. — *Développement post-embryonnaire du rein de l'Ammocète.* Note de M. L. VIALLETON (1), présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le rein (mésonéphros) de l'Ammocète est situé dans le corps graisseux, bande de tissu cellulo-adipeux qui court de chaque côté de la ligne médiane dans toute la longueur de la cavité abdominale. Le mésonéphros est situé à quelques millimètres en arrière du pronéphros et occupe la partie antérieure et moyenne du corps graisseux. Comme ce dernier, le rein présente un bord adhérent à la colonne dorsale et un bord libre, une face dorsale convexe et une face ventrale légèrement concave.

» Le rein a été très insuffisamment décrit jusqu'ici; il importe de lui distinguer deux parties : 1° Un lobe antérieur, formé par des tubes contournés débouchant dans des glomérules que l'on trouve soit isolés, soit groupés en petit nombre, mais jamais disposés en série continue. Ces glomérules occupent le bord libre du rein; le canal de Wolf est situé sur la face dorsale, près du bord adhérent. Cette partie du rein s'atrophie chez les Ammocètes de grande taille. 2° Un lobe postérieur, qui constitue la majeure partie de l'organe et qui se distingue du précédent en ce que les glomérules y sont disposés côte à côte, formant une véritable colonne glomérulaire, comme le dit Schneider (2), et non pas un glomérule unique, comme l'a cru Meyer (3).

» Le canal de Wolf occupe ici le bord libre du rein, tandis que les glomérules sont placés à la face ventrale. Les tubes du rein et le canal de Wolf possèdent un épithélium strié, tout à fait analogue à celui des tubes contournés du rein des Mammifères. L'épithélium cilié qui existe à l'em-

---

(1) Travail du laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon.

(2) A. SCHNEIDER, *Beiträge zur vergl. Anat. und Entwick. der Wirbelthiere.* Berlin, 1879 (p. 99-102).

(3) F. MEYER, *Centralblatt für die medic. Wissensch.*, n° 2; 1876.

bouchure des tubes rénaux dans les glomérules, est identique à celui des entonnoirs du pronéphros du même animal. En arrière du lobe postérieur, on trouve, dans le corps graisseux, parallèlement au canal de Wolf et tout près de lui, une bande continue formée de petits amas cellulaires arrondis (Schneider). Les coupes montrent que ces amas ne sont autre chose que des invaginations cellulaires, parties de l'épithélium péritonéal qui recouvre le rein, et qui s'enfoncent dans le corps graisseux. Au voisinage immédiat du rein, ces invaginations forment des cordons pleins, qui diminuent de longueur, à mesure que l'on s'éloigne du rein et que l'on se rapproche de l'anus; bientôt même, on ne trouve plus de cordons épithéliaux, mais simplement un épaississement de l'épithélium péritonéal, qui, partout ailleurs formé d'une seule couche de cellule splates, est ici cubique et parfois composé de deux couches.

» Ces invaginations ne correspondent pas à celles qu'a signalées Fürbringer (¹); car celles-ci ont été vues dans des larves de 9^{mm}, où elles sont disposées *métamériquement* en arrière du pronéphros, tandis que celles que je décris se trouvent chez des larves de 30^{mm} au moins; elles ne sont pas *segmentaires* (leur nombre est plus élevé que celui des segments du corps), et enfin elles sont placées en arrière du mésonéphros. Les invaginations vues par Fürbringer répondent sans doute à la formation du lobe antérieur du rein. Par une trentaine de mensurations, faites chez des Ammocètes ayant $0^{m},03$ à $0^{m},15$ de longueur, je me suis convaincu (contre l'opinion de Schneider) qu'il y a un véritable accroissement du rein, dû à des formations nouvelles, et non pas une simple augmentation de volume, proportionnée à l'accroissement des autres parties du corps. En effet, le mésonéphros des larves longues de $0^{m},03$ mesure environ $\frac{1}{6}$ de la longueur totale de l'animal; chez les Ammocètes longues de $0^{m},04$ à $0^{m},07$, il mesure, au contraire, $\frac{1}{4}$ de cette longueur; enfin, chez les grandes Ammocètes, il forme de nouveau $\frac{1}{6}$ de la longueur totale. Il y a donc une période pendant laquelle le mésonéphros s'accroît beaucoup plus que les autres parties du corps. Les préparations montrent que cet accroissement est dû au développement des invaginations péritonéales ci-dessus décrites.

» L'étude de ce développement peut faire comprendre la disposition si particulière des glomérules du rein en une colonne serrée, qui a pu faire croire à la présence d'un glomérule unique. Vus de face, les cor-

---

(¹) M. FURBRINGER, *Zur vergl. Anat. und Entwick. der Excretionsorg. der Vertebr. Morphol. Jahrbuch*, t. IV, p. 39 à 33; 1878.

dons péritonéaux se montrent comme de petits amas cellulaires sphériques, disposés sur deux lignes alternantes, c'est-à-dire les cordons d'une ligne s'emboîtant dans les intervalles que laissent entre eux ceux de l'autre rangée. Ces cordons se recourbent en S, s'avancent contre le canal de Wolf et se soudent à lui; bientôt ils se séparent de l'épithélium péritonéal. Leur extrémité libre, située au-dessous du péritoine, se renfle et se transforme en un glomérule. Les cordons étant très serrés, les glomérules qui en proviennent s'empilent les uns contre les autres, leurs parois en contact s'accolent étroitement et forment de minces cloisons, sur les deux faces desquelles se développent les vaisseaux glomérulaires. Ce développement post-embryonnaire est limité à une période qui s'étend du moment où les larves atteignent $0^m,04$ jusqu'à celui où elles mesurent $0^m,07$ ou $0^m,08$, et le rein n'envahit jamais la partie postérieure du corps graisseux. Le rein de la Lamproie, qui occupe toute la partie postérieure du corps graisseux, est évidemment une formation nouvelle (Schneider), mais il n'est pas indépendant du rein de l'Ammocète : il n'est, en réalité, que la continuation du lobe postérieur de celui-ci. La formation du rein de la Lamproie est due à l'achèvement du processus de développement que nous avons constaté chez les Ammocètes de $0^m,04$ à $0^m,07$ de longueur. Ce développement post-embryonnaire, très réduit pendant la vie de la larve, acquiert, au moment de la métamorphose, une grande intensité et donne origine au rein de l'animal parfait. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les modifications des roches ophitiques de Moron (province de Séville).* Note de M. **Salvador Caldéron**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Le terrain éocène épigénique de Moron est traversé par une innombrable quantité de pointements ophitiques les plus variés par leur aspect et leur structure. Ces variétés ne sont que les modifications d'un type général qui consiste en une diabase à structure ophitique.

» Parmi les particularités de ces roches de Moron, les plus remarquables, à mon avis, sont les curieuses transformations de trois pointements voisins de la Dehesa del Roble, modifications indépendantes et différentes dans chaque pointement, malgré leur proximité, et que ni M. Macpherson ni moi n'avons eu l'occasion de rencontrer dans aucune roche ophitique des provinces de Séville, Cadix et Malaga. Ces modifications sont les suivantes :

» *Modifications talqueuses.* — La roche de l'un desdits pointements est

transformée en un agrégat de lamelles de talc et de granules de magnétite. Cette roche forme des masses arrondies, noirâtres, d'aspect mat, au milieu desquelles on voit des lamelles nacrées. Dans les lames minces, on aperçoit des lamelles plus petites associées à la magnétite.

» *Modifications aérinitiques.* — Dans un autre pointement contigu à ladite hacienda, mais malheureusement couvert d'éboulis et de terre végétale, la charrue met à découvert des morceaux d'une ophite très altérée, couverte d'une couche bleue, et parfois changée en totalité en un mélange de terre bleuâtre et de fragments de quartz recouverts par un enduit bleu très adhérent. Cette substance bleue est l'*aérinite,* décrite par M. Lasaulx en 1876; elle n'est connue jusqu'à présent que dans deux gisements pyrénéens : dans la province de Huesca et celle de Lérida (1).

» *Modifications calcaire et grenatifère.* — Dans un autre pointement très voisin du précédent, la roche n'est pas aussi décomposée; elle présente un autre aspect et donne des produits de transformation différents de ceux qui viennent d'être décrits; ils sont constitués par des zéolithes, de la calcite et du grenat. L'existence du grenat n'étant pas encore connue dans les ophites, cette découverte me semble intéressante.

» La roche grenatifère présente à l'œil nu une pâte verdâtre, avec de petits points blancs (feldspath), des lamelles d'oligiste et de nombreuses druses remplies d'une matière jaunâtre ou rosée, mamelonnée. Cette dernière, traitée par les acides, se dissout avec effervescence, ce qui montre la prédominance de carbonates; ils sont associés à des produits zéolithiques. Le grenat se trouve au milieu de cette matière, sous forme de petits rhombododécaèdres b^1 très parfaits, atteignant parfois la grosseur d'un pois, et même $15^{mm} \times 8^{mm}$.

» On le trouve aussi en filonnets. La matière calcaire zéolithique forme une couche adhérente sur le grenat, qui, du reste, se trouve tout à fait frais, brillant et avec ses clivages très nets.

» Les lamelles minces de la roche, examinées au microscope polarisant, montrent le plagioclase (labrador) trouble, conservant par endroits les bandes polysynthétiques; il est entouré de feuillets transparents de mica. L'augite jaunâtre présente quelques beaux individus maclés, à structure concentrique, mais qui, pour la plupart, sont brisés et dispersés par la pâte de la roche. Quelquefois, ils sont transformés en un produit fasciculé analogue à la bastite. La roche contient, en outre, de la chlorite abondante,

---

(1) Vidal, *Yacimiento de la aerinita* (*Bol. de la Com. del Mapa geol.*, t. IX, 1882).

comme cela arrive habituellement dans les diabases, des lamelles d'oligiste et du sphène répandus inégalement dans la roche avec d'autres produits plus rares et plus ou moins méconnaissables. La matière qui remplit les druses a une structure fibreuse et concrétionnée, et au dedans se trouve le grenat limpide, avec une double réfraction forte, qui pourrait faire douter qu'il s'agit d'un grenat, si la forme rhombododécaédrique n'était pas si visible.

» En raison de la façon dont le grenat se présente dans les druses, accompagné de carbonates, il semble évident qu'il est aussi un produit secondaire, analogue à celui du basalte néphélinique de Katzenbuckel dans l'Odenwald, et que M. le professeur Cohen considère lui-même comme secondaire. »

GÉOLOGIE. — *Sur un gisement carbonifère, de l'étage de Visé, reconnu à Quenon, en Saint-Aubin-d'Aubigné (Ille-et-Vilaine).* Note de M. **Bézier.**

« Au cours d'une excursion géologique que je fis au mois d'avril 1889, entre Rennes et Aubigné, je me trouvai amené à visiter les carrières calcaires de Quenon, situées sur la limite extrême des communes de Chevaigné, Saint-Germain-sur-Ille et Saint-Aubin-d'Aubigné.

» Leur ensemble se divise en deux parties principales : l'ancienne carrière (aujourd'hui abandonnée), dont l'exploitation comme pierre à chaux remonte à 1844, et la nouvelle, dans laquelle de récents travaux m'ont permis de rencontrer des formes qui semblent ne laisser aucun doute sur l'âge et l'horizon de cet intéressant gisement.

» Il y avait quelques mois à peine qu'on cherchait à mettre le calcaire à découvert dans la partie ouest de la carrière quand je me trouvai sur ce terrain. L'aspect du *jarre* me frappa dès l'abord, et je me mis immédiatement à la recherche de quelques fossiles pouvant confirmer l'idée soit d'un gisement, soit d'un lambeau carbonifère, que me révélait le facies de cette roche de recouvrement [1].

---

[1] Le plus important des échantillons recueillis ce jour-là me fut offert par le chef de carrière. C'était une *Phillipsia :* je présentai ce fossile, quelque temps après, à M. Lebesconte, qui ne se prononça pas sur l'espèce et parut surpris du gîte où il avait été récolté.

J'ai adressé mes autres fossiles au Directeur du Musée de Laval, M. D.-P. Œhlert, qui voulut bien les déterminer, ce dont je me fais un plaisir et un devoir de le

» Parmi les espèces reconnues, je puis citer :

Phillipsia truncatula Phill.
Brachymetopus Maccoyi? Portlk.
Productus semireticulatus Mart.
Productus pustulosus Phil.
Parallelodon bistriatus Portlk.
Straparollus æqualis Sow.
Spirifer bisulcatus? Sow.
Conocardium sp.
Chonetes sp., etc.

» Les espèces déterminées [1] paraissent suffisantes pour permettre d'affirmer : 1° que ce gisement de Quenon (Saint-Aubin-d'Aubigné) ne doit pas être considéré comme dévonien, mais qu'il représente en Ille-et-Vilaine la bande calcaire qui s'étend de Sablé à Bourgon près de Saint-Pierre-Lacour; 2° qu'il est dû à une extension de la mer carbonifère dans le département d'Ille-et-Vilaine, et que c'est là l'un des points le plus à l'ouest de tous les gisements similaires connus jusqu'à ce jour. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Reprise actuelle d'activité du Vésuve*. Extrait d'une Lettre de M. WIET à M. le Ministre des Affaires étrangères [2].

« Le Vésuve est actuellement en petite activité. Par une bouche qui s'est ouverte l'année dernière, à la suite d'une violente secousse de tremblement de terre qui avait bouleversé le bord du cône central, sur la partie qui regarde Pompéi, sort depuis une quinzaine de jours une coulée de lave. Cette bouche peut mesurer 50^{mq}; elle est entourée de trois ouvertures sans importance.

» La lave, chassée par de nouvelles masses qui sortent continuellement du sommet, descend lentement, tout en précipitant sa course quand elle rencontre sur son passage quelque gros bloc, ou bien lorsque le volcan lance quelque masse importante en ignition. Elle est arrivée jusqu'à at-

---

remercier ici, et affirma « que j'avais affaire à des espèces bien typiques du carbonifère du niveau de Visé ».

[1] Il existe, en outre, bien d'autres formes analogues à celles de divers gisements de la Sarthe et de la Mayenne, mais leur mauvais état de conservation n'a pas permis à M. Œhlert de les déterminer sûrement.

[2] Cette Lettre, adressée par M. Wiet, gérant du Consulat général à Naples, à M. le Ministre des Affaires étrangères, a été transmise à l'Académie par M. le Ministre de l'Instruction publique.

teindre les riches vignobles qui forment une ceinture à Boscoreale. La nuit, la réverbération du torrent de lave éclaire à grande distance l'atmosphère ainsi que la montagne. On peut s'approcher jusqu'à 30^m de la coulée; mais, passé cette distance, l'air n'est plus respirable et la chaleur est intense.

» A la seconde base du cône central, en un point situé à environ 200^m du centre de l'action volcanique, on peut dominer le spectacle dans toute son étendue. Le professeur Maiorano a observé que l'activité volcanique des neuf ouvertures (fumaroles) a complètement cessé les jours passés, et que, vues avec la lunette de l'observatoire pompéien, elles ne laissent découvrir qu'une petite colonne de fumée.

» On a aussi constaté que la fumée qui se dégage des différentes coulées n'a rien d'analogue avec la vapeur d'eau mêlée à des gaz, qui sort habituellement du Vésuve; elle est produite et alimentée par la combustion des arbustes qui ont pu croître au milieu des vieilles laves.

» Une grande masse de pierres en fusion roule sur la pente du cône et se brise en s'éparpillant de chaque côté de la partie orientale du Vésuve, et en obligeant ainsi le courant à changer souvent de direction. Arrivée au pied du cône, toujours du côté de l'orient, la lave se précipite en un torrent de feu continu, mais avec plus ou moins d'intensité dans son incandescence.

» La bouche est inaccessible pour le moment. Elle est entourée de précipices profonds et de rochers fort élevés, taillés à pic, et qui, de temps en temps, se détachent. On sent, par intervalle, le sol trembler sous ses pieds, et l'on entend un grondement souterrain qui amène aussitôt une coulée plus forte de lave....

» Sommes-nous à la veille d'une terrible éruption? Le professeur Maiorano est d'un avis contraire : il croit seulement, en comparant les observations faites par le sismographe avec celles qui ont été recueillies *de visu* sur les lieux mêmes, que ce réveil du volcan sur son versant oriental sera de longue durée....

» Au dernier moment, on annonce que la lave vient de se fractionner en plusieurs branches et descend en masse plus compacte sur le versant occidental qui regarde Torre del Greco. Sur certains points, l'ardeur des foyers de lave est très intense, et au sommet l'incandescence est très violente. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note complémentaire sur le prolongement en Suisse de la tempête du* 19 *août;* par M. l'abbé **Bourgeat.**

« Dans la Communication que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie sur l'ouragan qui a dévasté Saint-Claude, le 19 août, je m'étais abstenu de parler de son prolongement dans la Suisse : les renseignements que je possédais alors étaient vagues ou contradictoires.

» Aujourd'hui, il est bien constaté que ce *tornado* ne s'est pas limité aux montagnes du Jura français; il s'est poursuivi, gardant toujours la ligne droite, jusqu'à une très grande distance de son point d'origine, à travers les parties basses des cantons de Vaud, de Neuchâtel et de Berne. On l'a ressenti à Croy, Romainmoutiers, Baulmes, Montagny, Granson, Novales, Concise, Provence, Saint-Aubin, Bevaix, Cortaillod, Boudry, Bole, Colombier, Peseux, Neuchâtel, Saint-Blaise, le Landeron, etc., en un mot, suivant la zone qui s'étend entre les lacs de Neuchâtel et de Bienne et le pied du Jura.

» Sa vitesse de translation est restée sensiblement la même sur ce nouveau parcours; car c'est vers $9^h 10^m$ qu'il a atteint la hauteur de Neuchâtel, à une soixantaine de kilomètres du dernier village français, où il s'était fait sentir vers 8^h.

» Mais, tandis qu'il n'avait été accompagné d'aucune chute de grêle, en gravissant par ressauts, de 600^m d'altitude à 1200^m, les chaînes du Jura, il a projeté de gros grêlons, soit en descendant vers le lac de Neuchâtel, soit en en longeant la rive. Tous les villages que je viens de signaler ont eu des vitres brisées, des toitures endommagées et leurs récoltes hachées par la grêle.

» La surface atteinte a été aussi sensiblement plus large que dans le Jura. Entre Baulmes et Granson, elle ne mesurait guère moins de 6^{km}.

» La durée de la tempête a été également en rapport avec cette largeur. Tandis que le phénomène n'a duré qu'une ou deux minutes à Saint-Claude, il a persisté pendant huit ou dix minutes à Granson, après quoi le ciel est redevenu serein.

» Je ne sais si ces nouvelles données seront bien nouvelles pour l'Académie; je les lui adresse néanmoins pour compléter ma première Communication. »

M. **Rey de Morande** adresse une Note sur les causes auxquelles on peut attribuer la production du tourbillon qui a ravagé Saint-Claude.

M. **de la Jeunesse** adresse une Note intitulée « De l'emploi généralisé du scaphandre ».

M. **Stanislas Bertrand** adresse une Note relative au traitement des plaies pénétrantes des articulations, par la glycérine.

M. l'abbé **Fortin** adresse deux nouvelles Lettres concernant les taches solaires et leurs relations avec les orages.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 septembre 1890.

Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1889, publié par la Direction générale des Douanes. Paris, Imprimerie nationale, 1890; in-4°.

Pont sur la Manche. Avant-projets de MM. Schneider et Cie et H. Hersent. Texte et planches. Paris, Chaix, 1889; 2 br. in-4°.

Sur la construction des Cartes magnétiques; par Th. Moureaux. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; br. in-8°.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Vol. 180, A. B. London, Harrison and sons, 1890; 2 vol. in-4°.

Annual Report of the chief signal officer of the army to the secretary of war for the year 1889, Ire et IIe Part. Washington, 1890; 2 vol. in-8°.

Annuario publicado pelo observatorio astronomico do Rio de Janeiro, para o anno de 1888, 1889, 1890. Rio de Janeiro, H. Lombaerts et Cie; 3 vol. in-8°.

Annales de l'observatoire impérial de Rio de Janeiro, publiées par L. Cruls, directeur. Tome IV, Ire Partie. *Observations et Mémoires astronomiques.* — *Observations météorologiques*, de 1883 à 1885; tome IV, IIe Partie. Rio de Janeiro, H. Lombaerts et Cie, 1890; 2 vol. in-4°.

Report upon United States geographical surveys, west of the one hundredth meridian, in charge of capt. Geo. M. Wherler. Washington, 1889; vol. I. (*Geographical Report.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 SEPTEMBRE 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur l'équivalent de la gadoline.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« L'équivalent de la gadoline avait été trouvé par M. de Marignac égal à environ 120,5 ($SO^3 = 80$) : soit 156,75 pour le poids atomique du Gd et 361,5 pour le poids moléculaire de Gd^2O^3.

» Le résultat de mon analyse approximative de la gadoline de M. de Marignac ne change pas beaucoup ces valeurs ; car les deux principales impuretés (Sm^2O^3 et $Z_\beta^2O^3$) de la gadoline en question y existent en proportions presque égales (environ $Sm^2O^3\ \frac{4,4}{100}$ et $Z_\beta^2O^3\ \frac{4,7}{100}$) et ont des poids moléculaires situés l'un au-dessus, l'autre au-dessous du poids moléculaire de la masse totale ($Sm^2O^3 = 348,0$; Gd^2O^3 de Marignac $= 361,5$; $Z_\beta^2O^3 = 367,0$ environ); d'où compensation partielle des perturbations dues à ces impuretés.

» En appliquant le résultat de mon analyse et en partant de l'équivalent moyen 120,5, on obtient, pour la gadoline vraie contenue dans la terre de M. de Marignac : équivalent = 120,79 et Gd = 157,19; mais ces valeurs me paraissent devoir être un peu trop fortes.

» Malgré la pénurie de matière disponible, j'ai essayé de prendre l'équivalent des gadolines nos 6 et 9 de mon fractionnement. J'ai transformé un poids connu de terre en sulfate et j'ai pesé après exposition du sel au rouge sombre [1].

» Quand on opère sur de faibles masses ($0^{gr},2$), ainsi que j'étais forcé de le faire, les erreurs de poids, dues à l'absorption de l'air et de l'eau par les creusets et par les substances qu'ils renferment, sont parfois assez importantes si l'on ne prend pas certaines précautions un peu minutieuses. Il est utile d'étudier la marche des poids du creuset, d'abord vide, puis plein, et de déduire de la courbe [2] de ces observations la valeur de l'absorption exercée par la matière depuis l'extinction du feu jusqu'à la pesée.

» J'ai ainsi obtenu :

		Éq.	PA.
N° 6. 1er essai.....	1° Par pesée du sulfate de Gd...	119,69	155,53
	2° Par $BaO.SO^3$ obtenu avec le sulfate de Gd..............	120,04	156,06
	Moyennes du 1er essai........	119,86	155,80
N° 6. 2e essai...... (Meilleur que le 1er.)	Par pesée du sulfate de Gd	119,84	155,76
	Moyennes pour la terre n° 6...	119,85	155,78
N° 9. (Bon essai.)..	Par pesée du sulfate de Gd......	120,08	156,12
	Moy. des gadolines nos 6 et 9..	119,96	155,95

» Les quelques impuretés encore contenues dans les nos 6 et 9 doivent

(1) J'ai aussi fait un dosage de l'acide sulfurique contenu dans un poids donné de sulfate.

(2) La courbe, ordinairement très régulière, se prolonge sans danger jusqu'à l'instant où le refroidissement est à peu près achevé; de ce point à l'origine des temps, on trace de sentiment; mais le trajet à faire est relativement court et les erreurs sont fort limitées par la condition que la courbe arrive sur l'axe à angle droit. En effet, au moment où cesse le feu, le coefficient d'absorption est nul. Dans la plupart des cas, je laisse le creuset se refroidir à l'air libre; en le plaçant d'abord dans une atmosphère desséchée, je craindrais d'avoir une courbe trop irrégulière.

avoir pour effet d'abaisser légèrement l'équivalent et, par suite, le PA expérimental moyen = 155,95 serait un peu augmenté si la terre était tout à fait purifiée. D'après des estimations probablement exagérées, cette plus-value élèverait à peine de 0,39 le PA du Gd vrai. Je pense donc que le poids atomique du Gd doit s'éloigner très peu de 156,15, à moins que, malgré tous mes soins, la valeur expérimentale 155,95 ne soit elle-même entachée d'une erreur sensible.

» M. Clève a déterminé les équivalents de plusieurs portions successives d'un fractionnement par l'ammoniaque; mais, comme son but était surtout de savoir si la gadoline se scinderait ou non en diverses terres à équivalents notablement différents, il n'a pas eu d'intérêt à prendre des précautions exceptionnelles pour obtenir un degré d'exactitude supérieur à celui qu'il a réalisé et qui suffisait amplement pour l'objet qu'il avait en vue. L'essentiel, en effet, était d'avoir des valeurs comparables entre elles. Voici les nombres trouvés par M. Clève, pour quelques-unes de ses gadolines :

			PA de Gd.
Première	fraction :	fortement colorée	154,15
Quatrième	»	faiblement jaune	155,28
Cinquième	»	presque blanche	155,1
Sixième	»	blanche	154,77

» Les observations de M. Clève sont donc également bien d'accord avec celles de M. de Marignac. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre du Commerce** transmet à l'Académie un hydro-alcoomètre qui lui a été adressé par M. *J. Buffard,* pour le Concours du prix institué en faveur d'un procédé usuel de détermination dans les boissons alcooliques des substances autres que l'alcool éthylique.

(Renvoi à la Commission chargée de l'étude des questions qui se rapportent à ce Concours.)

M. **Edme Genglaire** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur l'emploi de la sirène et des résonateurs pour les signaux acoustiques ».

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Cornu.)

M. F. **Delastelle** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Contribution à la théorie des équations algébriques ».

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux.)

M. G. **Vallet** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur quelques procédés nouveaux à employer contre les explosions de grisou ».

(Commissaires : MM. Daubrée, Haton de la Goupillière.)

M. **Pigeon** adresse deux Notes « Sur les effets nuisibles de la vaccination » et « Sur les marques consécutives à la variole chez les vaccinés et chez les non vaccinés ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Charlois, faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**, communiquées par M. Mouchez.

Dates 1890.		Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Planète — ✶. Ascension droite.	Planète — ✶. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
				m s	′ ″	
Sept. 11.	a	402 W_1 22^h	8	−0.47,89	−1.23,0	18:12
11.	b	5974 BD — 9°	9,5	+0.24,14	−2. 5,1	12:12
12.	b	Id.	9,5	−0.14,83	−3.14,5	12:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1890.	Étoiles.	Ascension droite moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 11...	a	22.20.59,78	+2,43	−9.4.13,5	+13,0	$Weisse_1$.
11...	b	22.19.46,75	+2,43	−9.3.32,5	+12,9	Rapp. à *a*.
12...	b	22.19.46,75	+2,42	−9.3.32,5	+12,9	Id.

Positions apparentes de la planète.

Dates 1890.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite app.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s			
Sept. 11........	11.34.39	22.20.14,32	$\bar{2}$,814	−9°.5′.23″,5	0,873
11........	12. 1.16	22.20.13,32	$\bar{1}$,041	−9.5.24,7	0,871
12........	9.25.12	22.19.34,34	$\bar{1}$,165_n	−9.6.34,1	0,870

» *Remarques*. — La planète est de grandeur 12,8.

» L'étoile *b* a été rapportée, avec l'équatorial, à l'étoile *a*, et par 3-4 comparaisons, on a obtenu pour étoile *b* — étoile *a*

$$\Delta \mathcal{R} = -1^{m}13^{s},03, \qquad \Delta \mathcal{D} = +0'41'',0.$$

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Denning* (1890, *juillet* 23), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux; par MM.* G. Rayet, Picart et Courty. Note transmise par M. **G. Rayet**.

Comète Denning (1890, *juillet* 23).

Dates. 1890.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.	★.	Observ.
	h m s	h m s					
Août 5.......	10.23.52,0	15.16.47,21	$\bar{1}$,929	25°.44′.24″,4	$\bar{1}$,728	*a*	Courty.
6.......	10.16. 4,9	15.17.24,46	$\bar{1}$,908	26.49. 1,2	$\bar{3}$,610	*b*	Courty.
7.......	10. 3.40,2	15.18. 0,96	$\bar{1}$,877	28. 5.22,4	$\bar{2}$,562	*c*	Courty.
11.......	9.54. 0,4	15.20.41,86	$\bar{1}$,818	33.26.56,9	−$\bar{1}$,852	*d*	Courty.
15.......	11.12.46,1	15.23.41,14	$\bar{1}$,818	39.15. 3,0	−0,511	*e*	Courty.
21.......	11.14. 0,7	15.28.29,28	$\bar{1}$,750	48.21.40,2	−0,646	*f*	Picart.
22.......	11. 2.41,5	15.29.18,00	$\bar{1}$,739	49.54.19,5	−0,648	*g*	Courty.
Sept. 3.......	9.24.12,7	15.39.33,46	$\bar{1}$,628	68.29. 8,6	−0,699	*h*	G. Rayet.
6.......	9. 8. 0,8	15.42. 9,84	$\bar{1}$,610	72.55.10,9	−0,721	*i*	Picart.
7.......	9.27.42,5	15.43. 4,44	$\bar{1}$,622	74.22.32,5	−0,742	*j*	Picart.
8.......	8.56. 4,1	15.43.56,94	$\bar{1}$,599	75.47.36,4	−0,737	*k*	Picart.
9.......	8.59.50,5	15.44.49,92	$\bar{1}$,602	77.12.29,2	−0,745	*l*	Picart.
10.......	8.52.22,0	15.45.43,64	$\bar{1}$,596	78.35.34,0	−0,750	*m*	Picart.
12.......	8.57.22,6	15.47.31,62	$\bar{1}$,601	81.18.48,7	−0,768	*n*	G. Rayet.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1890,0.

Étoiles de comp.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s		
a	Bonn t. VI + 64 nº 1060	15.14.14,90	+0,82	25°.49'.30",1	−15",22
b	Argelander-Œltzen nº 15291	15.15.17,57	+0,79	26.49.39,7	−15,06
c	Groombridge nº 2233	15.21.23,00	+0,82	28. 1.47,6	−15,01
d	Bonn t. VI + 56 nº 1806	15.23. 6,90	+0,68	33. 9.25,2	−14,60
e	Argelander-Œltzen nº 15426	15.26.24,88	+0,68	39. 6.40,5	−13,91
f	$Weisse_2$. H. XV nº 519	15.24.29,96	+0,60	48.14.57,0	−12,37
g	Lalande nºs 28365-66	15.27.43,07	+0,62	49.57.19,8	−12,12
h	$Weisse_2$. H. XV nº 970	15.40.42,60	+0,62	68.28.41,9	− 8,05
i	$Weisse_2$. H. XV nºs 943-44-45	15.39.47,65	+0,60	72.54.59,0	− 6,78
j	$Weisse_2$. H. XV nº 978	15.41. 6,48	+0,60	74.13.55,9	− 6,44
k	$Weisse_2$. H. XV nº 1108	15.46.26,46	+0,63	75.45.51,8	− 6,15
l	$Weisse_1$. H. XV nº 890	15.48. 3,43	+0,63	77.19.10,9	− 5,67
m	Bonn t. VI + 11 nº 2870	15.45. 1,21	+0,61	78.33.43,1	− 5,27
n	$Weisse_1$. H. XV nº 809	15.43.48,01	+0,59	81.19.51,4	− 4,42

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Phénomènes solaires observés pendant le premier semestre de l'année* 1890. Note de M. **Tacchini**.

« J'ai l'honneur d'envoyer à l'Académie une Note sur la distribution en latitude des phénomènes solaires observés pendant le premier semestre de 1890. Voici les résultats qui se rapportent à chaque zone de 10° dans les deux hémisphères du Soleil :

Protubérances.

1890.	Premier trimestre.		Second trimestre.	
90° + 80°	0,000		0,008	
80 + 70	0,000		0,000	
70 + 60	0,000		0,000	
60 + 50	0,000		0,015	
50 + 40	0,050	0,271	0,076	0,213
40 + 30	0,111		0,106	
30 + 20	0,037		0,008	
20 + 10	0,061		0,000	
10 + 0	0,012		0,000	

1890.	Premier trimestre.		Second trimestre.	
0°— 10°	0,012	0,729	0,008	0,787
10 — 20	0,061		0,030	
20 — 30	0,161		0,038	
30 — 40	0,099		0,197	
40 — 50	0,235		0,341	
50 — 60	0,161		0,151	
60 — 70	0,000		0,007	
70 — 80	0,000		0,000	
80 — 90	0,000		0,015	

» Les protubérances hydrogéniques ont donc été bien plus fréquentes dans l'hémisphère sud, et, chose vraiment remarquable, le maximum de fréquence correspond à la zone (40° — 50°), comme dans tous les trimestres de 1889 (voir les *Comptes rendus* du 5 mai 1890). Pendant le second trimestre, on a observé des protubérances même très près des pôles, ce qui indique que l'activité solaire va en augmentant.

Facules.

1890.	Premier trimestre.		Second trimestre.	
40° + 30°	0,106	0,617	0,177	0,500
30 + 20	0,298		0,294	
20 + 10	0,149		0,029	
10 + 0	0,064		0,000	
0 — 10	0,043	0,383	0,059	0,500
10 — 20	0,064		0,059	
20 — 30	0,174		0,294	
30 — 40	0,085		0,088	
40 — 50	0,000		0,000	
50 — 60	0,000		0,000	
60 — 70	0,021		0,000	

» Les facules présentent leur maximum à la même distance de l'équateur dans les deux hémisphères, mais leur fréquence n'est plus prédominante au sud.

Taches.

1890.	Premier semestre.		Second semestre.	
40° + 30°	0,167	0,834	0,000	0,500
30 + 20	0,500		0,375	
20 + 10	0,000		0,125	
10 + 0	0,167		0,000	
0 — 10	0,167	0,167	0,000	0,500
10 — 20	0,000		0,000	
20 — 30	0,000		0,500	

» La distribution des groupes des taches s'accorde avec celle des facules. Nous sommes donc en présence d'un changement dans la distribution en latitude des phénomènes solaires; car, tandis que les protubérances ont conservé leur grande prédominance dans l'hémisphère sud, les facules et les taches ont été plus fréquentes au nord.

» Le nombre absolu des groupes des taches pendant le deuxième trimestre a été plus grand que dans le premier, ce qui prouve, comme je l'ai annoncé dans ma Note précédente, que la période du minimum a été dépassée.

» En effet, vers la fin du mois d'août, on a observé un groupe splendide, composé de trois taches, dont le diamètre était respectivement 17″, 45″ et 53″. Avec les trous, ce groupe occupait même plus qu'un tiers du rayon du disque (5′32″) : le groupe était dans l'hémisphère nord, presque parallèle à l'équateur, car les latitudes de deux taches plus grandes étaient $+ 19°,6$ et $+ 21°,2$; les trous et les taches plus petites précédaient la tache plus grande. Les grandes taches étaient à large pénombre, et je crois que c'est pour cela que je n'ai pas réussi à les voir sans lunette. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Les étoiles filantes du 9-11 août 1890, observées en Italie.* Note du P. **Denza**, présentée par M. Mouchez.

« L'Association italienne pour les observations des météores lumineux, fondée il y a vingt-cinq ans, a continué cette année encore par celles qu'elle vient de faire à l'occasion de la période accoutumée des étoiles filantes du 9 au 11 du mois d'août.

» Les stations italiennes dont les observations nous sont parvenues jusqu'à présent sont au nombre de trente. Ces stations sont disséminées dans toute l'Italie, depuis le Frioul (Udine) jusqu'à l'extrémité de la Sicile (Noto).

» Les conditions atmosphériques ont été presque partout très favorables; mais les observations n'ont pas été suivies partout avec le même ordre, le nombre, soit des observateurs, soit des heures des observations, n'ayant pas été le même dans les différents endroits.

» Des nombreux rapports qu'on a pu recueillir, il résulte sans contestation que :

» 1° La pluie météorique, surtout dans la nuit du 11 au 12, a été cette année beaucoup plus abondante que dans les années précédentes et a, relativement, atteint le maximum. Cela semble prouver que la portion de

l'anneau météorique, traversée par la Terre cette année, était plus riche que celle des autres années et a, par conséquent, offert une apparition plus splendide.

» 2° Le plus grand nombre de météores, qui autrefois se montrait ordinairement du 10 au 11, semble peu à peu être en retard dans ces dernières années, ayant commencé à se montrer le soir du 11 au lieu du 10.

» 3° Le nombre des météores dépassant un millier a été observé, par quatre observateurs en moyenne, dans les stations suivantes :

Rome (Observatoire du Vatican)	1971
Florence (Observatoire ximénien)	1749
Aprica (Valteline)	1740
Gaëte	1305
San Martino in Pensili (Campobasso)	1276
Moncalieri (Piémont)	1036

» 4° Le *radiant*, ou centre d'émanation, de la principale pluie des Perséides se maintient, à quelque chose près, dans la même position entre Persée et Cassiopée. Des trajectoires enregistrées en plusieurs stations, il résulte dans la position : $\alpha = 46^{\circ}$, $\delta = +55^{\circ}$.

» 5° Il s'est montré, comme à l'ordinaire, des météores dans d'autres radiants d'une moindre importance, notamment dans les deux Ourses, le Cygne et Andromède.

» 6° Les Perséides offraient pour la plupart l'aspect typique et la couleur jaune qui caractérisent cette pluie.

» 7° Cette pluie de météores a été très remarquable cette année, non seulement par leur nombre, mais aussi par leur qualité. Plusieurs étaient d'une grandeur plus qu'ordinaire, d'autres avec une traînée lumineuse, sans compter les bolides qu'on a également observés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *La trombe-cyclone du 19 août 1890*. Note de M. L. Gauthier.

« Le tornado du 19 août, qui a commencé à Saint-Claude (Jura) à $7^{h}37^{m}$ (heure locale) du soir, est arrivé à $8^{h}16^{m}$ (heure de Berne) à la frontière suisse et à $8^{h}37^{m}$ à la gare de Croy (ligne de Pontarlier-Lausanne), où il s'est dissipé. Le trajet de $58^{km},5$, en tenant compte de ses faibles sinuosités, a donc été parcouru en cinquante-deux minutes, soit avec une vitesse de translation de $18^{m},8$ par seconde, 68^{km} à l'heure.

» Le chemin suivi s'infléchit sensiblement à l'est; sa direction est sud-est à nord-est.

» Le tornado s'est déplacé en ligne droite dès sa naissance aux hameaux du Brassus, sur un parcours de 25^{km}. De là, par une ligne fortement oblique, il s'est transporté sur l'autre versant de la vallée de Joux et, selon une seconde ligne droite, il est venu mourir à 24^{km} plus loin.

» La largeur maximale, qui s'observe en plusieurs endroits, a été de 1000^{m}; la largeur minimale, qui s'observe seulement dans la traversée de la vallée du lac de Joux, de 200^{m}.

» Le *mouvement giratoire* se reconnaît très bien par les arbres abattus, par les pièces de bois, débris de toitures, etc., qui dessinent sur le terrain des courbes circulaires dont le diamètre est en moyenne de 500^{m}. *A droite*, beaucoup d'arbres déracinés, cassés, couchés parallèlement dans le sens de translation du météore. *A gauche*, moins d'arbres abattus ou cassés, et couchés dans le sens inverse. Par places, les arbres sont renversés perpendiculairement au sens de propagation, leurs racines toujours à droite. De distance en distance, *au centre du parcours*, des bouquets d'arbres parfaitement intacts; une maison, au milieu d'autres démolies, n'a eu que quelques vitres brisées. Les trois zones cycloniques, *dangereuse*, *maniable* et *calme*, sont très nettement caractérisées. Le mouvement giratoire était inverse de la marche des aiguilles de la montre.

» Dans la partie très étroite, ces zones disparaissent; à partir de 300^{m} de largeur, elles sont indiscutables.

» Cette *trombe-cyclone*, nous l'appelons ainsi puisque le phénomène a revêtu le caractère restreint de la trombe ou tornado et celui tourbillonnant du cyclone, a été accompagnée de *phénomènes secondaires*, qui sont, par ordre d'importance : 1° dégagement considérable d'électricité; 2° courants d'appel; 3° divisions de la branche principale; 4° nuage en forme d'entonnoir; 5° aspiration; 6° vent latéral.

» 1° *Électricité*. — Les débuts de l'ouragan n'étaient pas ceux d'un orage ordinaire. D'après nos observations du Sentier, à 7^{h}, le couchant s'obscurcit; les nuages s'illuminent immédiatement et presque sans interruption par de brillants éclairs. A $7^{h}30^{m}$, le ciel s'assombrit totalement : gros cumulus noirs sous un ciel d'un blanc plombé. Les éclairs redoublent; de larges éclairs, des *nappes* de feu partent du sol et produisent une lueur blafarde qui devient presque persistante; des éclairs ramifiés partant du ciel et du sol se détachent sans cesse. Peu, très peu de roulements de tonnerre; seuls, des éclats secs, instantanés. Le bétail, dans les pâturages, montre de l'inquiétude et ne se rend pas aux endroits accoutumés. A 8^{h}, le

ciel n'est qu'un vaste embrasement; l'air est calme. Quelques grosses gouttes de pluie, quelques rares grêlons très gros (40^{gr}), formés de grains agglomérés, précèdent le désastre.

» La foudre enflamme une maison au Bois-d'Amont (Jura). Dans les habitations de la frontière suisse, les gens voient du feu partout; d'autres, la foudre globulaire; d'autres sont foudroyés, mais personne mortellement; partout on sent l'ozone.

» De nombreuses traces de foudre sont reconnues : murs perforés, vitres trouées, poêles renversés, clefs, barres de fer tordues, etc. Partout la foudre s'est manifestée par des effets mécaniques très évidents.

» L'intensité électrique allait en décroissant. Trois groupes de maisons se trouvèrent sur le parcours, dans la vallée du lac de Joux. Le premier a été rasé; le deuxième a subi de très sérieux dégâts; le troisième a été moins éprouvé. Entre ces trois groupes d'habitations, le sol est jonché de pièces de bois, d'énormes poutres (de 6^{m} et 10^{m} de longueur) et de fragments de bardeaux, plantés dans le sol humide des bords de l'Orbe.

» Comment expliquer que ces fragments minuscules, dont beaucoup pèsent 1^{gr}, 2^{gr}, 3^{gr} seulement, n'ont pas été transportés au loin avec des milliers d'autres qu'on a retrouvés à 50^{km} et 60^{km} plus au nord? Seule une action directrice puissante de l'électricité, aidée par le tourbillon aérien, a pu diriger ces *fléchettes* contre terre et les y planter.

» 2° *Courants d'appel.* — On voit à gauche et à droite de la trace formée dans les forêts, et en face de chaque point atteint par la foudre, des arbres abattus en grand nombre, le sommet dirigé contre le point frappé. Cette observation peut aussi se faire dans les régions de la forêt où beaucoup d'arbres ont été abattus ensemble.

» Le déplacement d'air, occasionné par la décharge électrique ou par l'aspiration de la trombe, a fait naître des courants d'appel locaux, marqués par les sapins déracinés ou brisés. Leur direction est perpendiculaire à l'axe du cyclone.

» 3° *Divisions de la branche principale.* — La conformation du terrain a fait partir du tourbillon principal des *coups de vent* puissants ou des *trombes collatérales* et *secondaires,* sur la droite seulement. La plus grande de ces ramifications (Bois-d'Amont-Carroz) a 3^{km} de longueur et s'écarte à l'est de 1^{km}. Elle a renversé une splendide forêt de 800^{m} de largeur, et s'est terminée en pointe en brisant le sommet de deux ou trois sapins.

» 4° La *forme conique du nuage* qui surmonte les trombes a été observée, grâce aux éclairs nombreux et intenses, par un observateur établi à Aigle, soit à 56^{km} de distance.

» 5° *L'aspiration* produite par le tourbillonnement rapide de l'air a été remarquée par les personnes qui se sont trouvées dans le cyclone; par le transport à 20^m, 100^m et même 300^m de gros et solides vachers; par l'enlèvement des toitures, des meubles et du linge, etc., qui se trouvaient dans les étages supérieurs; par l'arrachement vertical d'une borne de champ pesant environ 45^{kg}; par le transport de divers objets à 50^{km} et plus dans la direction du nord.

» 6° *Vent latéral.* — Pendant le passage du météore, on a remarqué un violent coup de vent du nord-est à plus de 1^{km} sur la gauche, aussi brusque qu'intense. Un calme complet a succédé.

» La grêle est tombée à plus de 3^{km} au nord-ouest de la ligne du cyclone, sous forme de grêlons agglomérés formant de véritables morceaux de glace. Elle a frappé en abondance au delà du parcours du cyclone proprement dit, en suivant le pied méridional du Jura.

» *Remarque.* — Nous croyons devoir citer un état thermique anormal de l'atmosphère qui explique, dans une certaine mesure, l'existence d'une masse pareille d'électricité dans l'atmosphère, et cela à l'aide des observations thermométriques faites au Sentier, au sommet du Risoux et à Mouthe (Doubs).

	Mouthe, 930^m.		Sentier, 1020^m.		Chalet Capt (Risoux), 1339^m.	
	Therm. min.	Therm. max.	Therm. min.	Therm. max.	5^h matin.	1^h soir.
16 août...	1°	24°,5	2°,6	22°,5	9°	21°
17 » ...	3	28,0	4,1	26,0	14	23
18 » ...	4,5	28,5	9,7	20,0	14,5	26
19 » ...	10	26,0	14,5	25,7	14	25
20 » ...	8	16,5	11,5	14,0	13	14
21 » ...	2	21,0	5,5	19,5	8	20

MÉTÉOROLOGIE. — *Les orages du mois d'août* 1890 *et la période solaire.* Note de M. CH.-V. ZENGER. (Extrait.)

« En résumé, l'extension à trois continents des perturbations du mois d'août dernier tend à faire exclure les causes terrestres et locales; d'autre part, l'influence périodique du Soleil est manifeste, ainsi que l'influence des essaims d'étoiles filantes. C'est ainsi qu'il y a eu trois grandes perturbations atmosphériques : du 3 au 5 août, du 16 au 18, et enfin du 27 au 31; et un même intervalle de douze à treize jours, égal à la période solaire, sépare ces époques. De même, le 9 et le 10 août, jours du maximum des

passages des Perséides, il y a eu des tempêtes et des orages en Europe, une éruption volcanique en Amérique. On peut penser que, à l'occasion des recrudescences de l'activité solaire et du passage de grandes masses de nuages cosmiques, les hautes couches de l'atmosphère ont été chargées d'électricité à potentiel élevé; alors se sont produites des décharges puissantes et prolongées qui ont déterminé des mouvements tourbillonnaires et des condensations rapides de vapeur d'eau; de là, des cyclones, des trombes, des orages et, par l'aspiration des gaz souterrains, des émanations de grisou dans les houillères et des éruptions volcaniques souvent accompagnées de tremblements de terre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther acétique du diacétylcarbinol.* Note de M. A. COMBES.

« Dans une précédente Note, j'ai montré comment on peut, au moyen du chlorure de sulfuryle, obtenir une acétylacétone monochlorée, de formule

$$CH^3-CO-CHCl-CO-CH^3.$$

» Pour tenter de passer de ce chlorure à l'alcool correspondant, j'ai chauffé au réfrigérant ascendant, molécule à molécule, l'acétylacétone monochlorée et de l'acétate de potassium pur et sec, le tout en solution alcoolique; il se fait rapidement un abondant dépôt de chlorure de potassium, et, au bout de deux heures, l'odeur caractéristique du produit chloré a disparu. Pour isoler le produit de la réaction, on distille la majeure partie de l'alcool et l'on reprend par l'éther pour séparer l'excès de chlorure de potassium; après évaporation de l'éther, on distille dans le vide et l'on obtient, après plusieurs distillations, un liquide coloré en jaune clair, bouillant à 74°,5 sous la pression de 21^{mm}. L'analyse montre que cette substance possède une composition répondant à la formule $C^5H^8O^3$; on retrouve en même temps, dans les premières portions de l'alcool distillé au début, une grande quantité d'éther acétique.

» Ce composé $C^5H^8O^3$ est un liquide à odeur acide, doué de propriétés réductrices énergiques; il réduit à froid la liqueur de Fehling et le nitrate d'argent ammoniacal; il ne donne pas de dérivés métalliques. Pour en fixer la constitution, je l'ai traité en solution aqueuse froide par une solution d'acétate de phénylhydrogène; il se fait un précipité huileux, qui se solidifie immédiatement; on peut le faire recristalliser dans l'éther, en

ayant soin d'évaporer ce dissolvant à froid. Ce dérivé hydrogénique est, en effet, très instable; il se décompose à une température ne dépassant pas 60°; à l'air et à la lumière il se résinifie aussi rapidement; après cristallisation et lavage à l'éther, il se présente sous la forme de grandes tables rhomboïdales incolores, qui deviennent rapidement rouges à la lumière; l'analyse lui assigne la formule $C^{11}H^{14}Az^2O^2$, qui est celle de l'hydrazone de l'éther acétique de l'acétol.

» Pour vérifier cette constitution, j'ai traité cette hydrazone par un excès de phénylhydrazine en solution alcoolique, et j'ai obtenu, de même qu'en traitant directement à chaud une solution du composé $C^5H^8O^2$ par un excès de phénylhydrazine en solution acétique, une huile qui, dissoute dans l'éther, laisse déposer par addition d'éther de pétrole un abondant précipité cristallin fusible vers 143-144, et que son analyse et sa propriété identifient à l'osazone de l'acétol

$$C^{15}H^{16}Az^4.$$

» Le composé $C^5H^{10}O^3$ est donc simplement l'éther acétique de l'acétol; sa formation s'explique par les équations suivantes :

$$\begin{matrix}CH^3-CO\\CH^3-CO\end{matrix}\!\!>CHCl + CH^3-COOK = \begin{matrix}CH^3-CO\\CH^3-CO\end{matrix}\!\!>CHOOC^2H^3 + KCl,$$

$$\begin{matrix}CH^3-CO\\CH^3-CO\end{matrix}\!\!>CHO^2C^2H^3 + C^2H^6O = CH^3-CO-CH^2O^2C^2H^3 + CH^3-COOC^2H^5.$$

» Afin d'éviter la réaction secondaire de l'alcool sur le composé cherché, j'ai alors opéré de la manière suivante : l'acétylacétone monochlorée a été traitée par une solution d'acétate de potassium sec dans l'acide acétique absolu, et maintenue à l'ébullition pendant quatre à cinq heures; le tout est, après refroidissement, jeté dans un excès d'eau et additionné d'une solution concentrée d'acétate de cuivre : il se fait immédiatement un beau précipité vert, que l'on purifie par dissolution dans le chloroforme, où il est excessivemant soluble, et précipitation par l'éther. On obtient ainsi de jolis cristaux d'un vert foncé, dont la composition est exprimée par la formule

$$[C^7H^9O^4]^2Cu;$$

c'est le sel de cuivre de l'éther acétique ou diacétylcarbinol

$$\begin{matrix}CH^3-CO\\CH^3-CO\end{matrix}\!\!>CHO^2C^2H^3,$$

qui présente encore un hydrogène basique dans le groupe $\rangle CHO^2C^2H^3$.

» Pour obtenir cet éther, on dissout son sel de cuivre dans l'acide sulfurique dilué, et l'on épuise la solution à l'éther après avoir chassé le dissolvant; on rectifie dans le vide, et l'on obtient un liquide incolore, bouillant à la température de 111° sous une pression de 21^{mm}; traité par l'acétate de cuivre, ce liquide régénère le sel précédent. L'analyse montre qu'il a bien pour formule $C^7H^{10}O^4$.

» Cet éther est extrêmement réducteur et agit à froid sur la solution cupropotassique et le nitrate d'argent ammoniacal; il a une réaction très acide et décompose les carbonates pour donner des dérivés métalliques cristallisés.

» Traité par la phénylhydrazine, il donne un composé liquide visqueux, distillant sans décomposition entre 235° et 240° dans le vide, et que les agents d'oxydation, ou l'acide sulfurique à chaud, transforment en une belle matière colorante bleue, insoluble dans l'eau, soluble dans le chloroforme et l'acide sulfurique, présentant tous les caractères d'un bleu de pyrazol; tous ces faits conduisent à admettre, pour l'éther acétique du diacétylcarbinol, la formule donnée plus haut; il n'a pas encore été possible d'obtenir, par saponification de cet éther, le diacétylcarbinol lui-même [1]. »

BOTANIQUE. — *Sur l'*Isonandra Percha *ou* I. Gutta. Note de M. **Sérullas**, présentée par M. Duchartre.

« L'existence des guttas-perchas a été signalée au monde civilisé, en 1842, par M. W. Montgomerie; la priorité du voyageur Tradescant à cet égard n'est pas établie. En tous cas, les premiers échantillons qui en soient parvenus sous ce nom en Europe, et qui provenaient de Singapore, ont été apportés à Londres, en avril 1843, par Sir José d'Almeida. Leurs remarquables propriétés ne tardèrent pas à être mises en lumière par M. Hanckoke; aussi Wheatstone, qui, depuis 1837, songeait à relier télégraphiquement l'Angleterre au continent, conçut-il le projet de les utiliser à ce propos; mais ce fut seulement le 10 janvier 1849 que M. Walker immergea le premier un câble sous-marin. Ce câble, qui, d'ailleurs, n'avait que 2 milles dans la Manche, sur les côtes d'Angleterre, à partir de la plage de Folkestone, était recouvert de gutta-percha.

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences.

» Depuis lors, de nombreux essais ont eu lieu en vue de remplacer, dans une application devenue si considérable, cette matière première de plus en plus rare et chaque année plus chère; ils ont tous échoué jusqu'ici. Il faut même à la Télégraphie sous-marine des gommes de première qualité; celles du *Bassia Parkii,* de l'Afrique, et du *Mimusops balata,* des Guyanes, n'ont donné que des résultats négatifs ; quant à celle du *Payena Leerii,* si elle est utilisée couramment aujourd'hui, c'est simplement pour les falsifications dans les forêts.

» Les seules gommes qui conviennent comme diélectrique de l'âme des câbles sont sécrétées par des arbres du genre *Isonandra.* Ces plantes, qui pour quelques botanistes sont maintenant du genre *Palaquium* ou *Dichopsis,* où, sous le prétexte d'établir des distinctions plus nettes, ils en sont arrivés à les transporter toutes une à une, ont leur habitat naturel exclusif dans la Malaisie. Les défrichements de la zone intéressante des forêts malaises marchent à grands pas; l'indigène, en coupant tous les arbres à peu près exploitables qu'il a rencontrés et en agissant de même vis-à-vis de leurs repousses, c'est-à-dire en les empêchant de parvenir à l'état adulte, a, pour ainsi dire, supprimé, depuis une quarantaine d'années, leur reproduction et leur multiplication.

» Les gommes telles que celles utilisées au début dans l'industrie ne se trouvent plus qu'exceptionnellement; celles qui les ont remplacées auront le même sort avant une quinzaine d'années. Les exportations commencent à cesser de proche en proche dans les ports malais. Les insuffisantes plantations entreprises aux Indes néerlandaises sont formées surtout, non des meilleures espèces, mais de celles dont le latex est le plus abondant, c'est-à-dire des moins bonnes. La Télégraphie sous-marine est, en somme, à la veille de se voir privée de celles qui lui sont indispensables dans l'état de la Science, et les origines de ces guttas sont restées mal connues.

» Dans l'ordre chronologique, le premier végétal signalé comme producteur d'une gutta-percha fut l'*Isonandra Gutta* Hooker. Cet arbre, le seul dont le latex coagulé, envoyé en Europe en même temps que des spécimens, ait reçu la sanction de la pratique, est demeuré incomplètement décrit. Il est noté comme une espèce éteinte, depuis 1857, dans l'île de Singapore, et qui n'existe que dans les forêts malaises.

» En réalité, cette espèce est devenue excessivement rare, mais elle subsiste toujours. Ses représentants adultes pullulaient encore, en 1887, à Chasseriau-Estate, dans les ravins de l'ancienne forêt de Boukett Timah (colline d'étain), située au centre de Singapore, où elle avait été décou-

verte, en 1847, par M. Thomas Lobb et où ce botaniste avait récolté le rameau et les boutons floraux qui figurent, sous le n° 290 de sa collection, dans l'herbier de Kew. Sauf le Dr Oxley, personne n'avait pu ensuite se la procurer. L'*Isonandra* ne fleurit qu'après 30 ans, et tous les deux ans.

» Lorsque je l'ai retrouvé, en 1887, toute exploitation avait cessé depuis trente années. L'extinction de son espèce était admise comme accomplie.

» Néanmoins, il y a trois ans à peine, dans les derniers lambeaux des anciennes forêts de cette île, des arbres de cette nature et adultes existaient encore, représentés surtout par des repousses. Il n'y existait qu'une variété d'une seule espèce à gutta-percha, qui concordait avec les spécimens figurés dans la planche XVII du *London Journal of Botany*, t. VI, donnée par Hooker de son *Isonandra Gutta*.

» Voici le complément de la description de cette précieuse plante :

» ISONANDRA PERCHA ou I. GUTTA (1) [*Isonandra Gutta* Hooker (*London Journ. of Bot.*, VI, p. 463, pl. XVII). — *Dichopsis Gutta* Bentham et Hooker (*Gen. plant.*, II, Pars II, p. 658). — *Palaquium Gutta* H. Baillon (*Tr. bot. méd. phanér.*, 1500)].

» *Folia* juniora lanceolato-oblonga, longe acuminata, sæpe in petiolum decurrentia; nervis lateralibus in folii substantia immersis, vix conspicuis, subtus dense et minute lanuginosa, aureo-sericea nitentia, demum sæpe rubiginoso-tomentosa, rarius pallida v. grisea glabrescentia. Alabastrum ovoideum. *Flores* sæpius in axillis foliorum delapsorum fasciculati; fasciculi 1-6 flori; longe pediculati. *Calycis* lobis exterioribus coriaceis, subvalvatis, interioribus tenuioribus. *Corolla* e viridi pallens, laciniis tubo æquilongis. *Stamina* filamentis 6-alternis brevioribus mediolobis. *Ovarii* loculis omnibus uniovulatis. *Bacca* carnosa, sæpe paulo ovoidea et rudimento styli coronata, rarius stylo persistente, sæpius 5-locularis abortu. *Semen* maturum, ellipsoideum vel a latere compressum; hilo maximo dimidiam partem seminis excedente. *Cotyledones* crassæ, carnosæ, radicula brevissima.

» Cet *Isonandra*, à l'âge de 30 ans, c'est-à-dire à l'époque où il devient adulte, a un tronc d'une hauteur de 13m à 14m jusqu'à la naissance des plus basses branches, et une circonférence qui est très régulièrement de

(1) Le mot *gutta* (*guetah* ou *gueutta*), en langue malaise, n'a que le sens absolument général de *gomme*, de *glu*; aussi notre expression *gomme-gutte* est-elle un pléonasme. Le mot *pertcha* ou *persia*, qui se prononce seulement *perka* par les Français, ne signifie nullement, comme l'ont cru jusqu'ici tous les explorateurs, *Soumatra* (Sumatra se dit *perxa*, qui signifie le monde, la partie terrestre habitée). Pertcha veut dire *chiffon*, *lambeau d'étoffe*, et caractérise fort exactement des gommes qui, avant tout traitement dans l'eau chaude, présentent l'aspect de chiffons à demi réduits en pâte et comprimés. Il n'est donc pas étonnant que cette qualification, qui n'appartient pas au malais vulgaire, ne soit pas employée par l'indigène dans les forêts.

$0^{m},90$, de $0^{m},90$ à 2^{m} au-dessus du sol; le tronc est d'ailleurs à peu près cylindrique. Les feuilles de l'arbre jeune ont souvent jusqu'à 22^{cm} ou 23^{cm} de longueur sur une largeur de 7^{cm} dans leur partie médiane; tandis que chez l'exemplaire devenu adulte elles n'ont plus que 11^{cm}-13^{cm} sur $4^{cm},5$-6^{cm} (la forme et les dimensions de la feuille, chez les *Isonandra*, varient même tellement, suivant l'âge du végétal et avec les parties de la plante où on la considère, qu'il ne faut pas s'étonner du grand nombre d'espèces introduites en Botanique d'après des rameaux dépourvus d'éléments floraux et non comparables entre eux). Le pétiole a une longueur variable entre $1^{cm},75$ et $3^{cm},75$. Les fleurs sont de 13^{mm} à 14^{mm}, et leur pédoncule de 6^{mm} à 7^{mm}. Le fruit offre, dans ses deux sens perpendiculaires, les dimensions moyennes de 3^{cm} à $3^{cm},5$ sur $2^{cm},5$ à 3^{cm}, et parfois 4^{cm} sur 3^{cm} à $3^{cm},5$. La graine est, en général, de $1^{cm},8$ sur $1^{cm},2$.

» Dans les forêts malaises, que j'ai parcourues durant quatre années, je ne connais que cinq arbres susceptibles d'être confondus à première vue avec l'*I. Gutta* d'après leur feuillage, et en réalité par leur latex. Il n'y a pas de confusion possible avec les autres *Isonandra*, qui en sont même séparés, eu égard à la qualité de la gutta, par le *Payena Leerii* (gutta seundek). Les guttas seundek du commerce ne sont que des mélanges complexes.

» Dans cette Note, j'ai conservé à l'arbre de Hooker son nom générique, parce qu'il ne m'a pas semblé fort utile de débaptiser une plante renommée, pour créer un genre destiné à différencier peut-être une demi-douzaine de plantes dénuées d'intérêt. Au lieu d'introduire cette distinction, il est beaucoup plus simple d'élargir la définition des caractères distinctifs des *Isonandra*, qui seraient confondus, dès lors, avec les *Palaquium* dans un genre unique, caractérisé, dans la famille des Sapotées, par l'isomérie des sépales et des pétales, avec un nombre d'étamines qui en est multiple, généralement double. »

VITICULTURE. — *Recherches sur le bouturage de la Vigne.* Note de M. L. **Ravaz**, présentée par M. Duchartre.

« A. Au point où, dans une bouture de Vigne, doit naître une racine, la couche génératrice libéro-ligneuse devient plus active sur une étendue de 4^{mm} ou 5^{mm} de diamètre. Elle forme du bois en dedans, du liber en dehors; et c'est dans l'assise de cellules la plus externe du liber qui vient d'être formé que la racine prend naissance. La poche digestive se constitue aux dépens de l'assise la plus interne du rayon médullaire libérien de

l'année précédente. La racine naît toujours dans un rayon médullaire, le plus souvent à égale distance des faisceaux libériens qui le bordent, quelquefois aussi, cependant, sur le flanc d'un faisceau. Pour faire saillie au dehors, elle doit traverser tout le liber de l'année précédente, qui est constitué par 2-3-4 couches de tissu criblé alternant avec 1-2-3 bandes de fibres libériennes, plus une couche de liège à peu près imperméable qui entoure la bouture. Or ces tissus ne peuvent être ni digérés, en raison de leur dureté, ni refoulés à l'extérieur, à cause de leur résistance. La racine serait donc dans l'impossibilité de sortir si, par un mécanisme que je vais décrire, un tissu particulier très tendre, comme spongieux, ne se substituait au liber et à l'enveloppe de liège.

» Au moment où l'anneau libéro-ligneux augmente d'activité, l'assise la plus interne de l'enveloppe subéreuse redevient active sur une largeur embrassant 3 ou 4 faisceaux libériens; elle forme rapidement, en direction centripète, une épaisse couche de cellules à parois très minces et allongées radialement, qui repousse au dehors l'enveloppe subéreuse, la soulève et la déchire. Les cellules qui relient latéralement les rayons médullaires aux faisceaux libériens deviennent aussi génératrices; elles engendrent une couche de cellules analogue à la précédente et qui rejette sur les côtés les faisceaux libériens. Si bien que la racine n'a plus désormais devant elle qu'une portion de rayon médullaire isolée au milieu du tissu qui vient d'être décrit. Ce tissu très mou et très tendre, la racine le refoule un peu au dehors et le digère à mesure qu'elle s'accroît.

» Les racines naissent de la manière qui vient d'être indiquée dans les boutures de toutes les espèces de Vignes que j'ai étudiées (j'en excepte la tribu *Muscadinia*), avec des différences de détail sur lesquelles je reviendrai ultérieurement.

» B. Il est bien certain que l'écorçage facilite l'enracinement des boutures. L'expérience suivante en donne une preuve : 1750 boutures de Jacquez écorcées ont donné 92 pour 100 de reprise; 1750 boutures de Jacquez de même provenance et non écorcées, plantées en même temps, n'ont donné que 21 pour 100 de reprise. Comment expliquer les effets de l'écorçage? Le tissu cicatriciel ou *callus* qui se forme sur les parties écorcées ne donne jamais naissance aux racines. Il est bien plutôt un obstacle à leur formation, ainsi qu'en témoigne l'expérience suivante : 50 boutures de *Vitis Berlandieri* écorcées de façon à ce qu'il y eût production de *callus* ont donné une reprise de 20 pour 100; 50 boutures de la même Vigne écorcées de façon à ce qu'il n'y eût pas formation de *callus* (ce à quoi on

arrive en n'entamant pas l'assise libéro-ligneuse) ont donné 53 pour 100 de reprise. Le callus n'absorbe pas non plus les matières nutritives du sol, dont la bouture n'a d'ailleurs nul besoin ; car lorsqu'elle meurt après avoir émis quelques feuilles, ce n'est point par défaut de matières nutritives, mais uniquement par manque d'eau. Aussi l'écorçage n'a-t-il d'autre action que celle de faciliter la pénétration de l'eau dans les tissus de la bouture. C'est ce que prouve l'expérience suivante : 2 boutures de même poids et de même longueur ont été placées dans deux vases remplis d'eau ; au bout de trois jours, la bouture écorcée avait évaporé 2^{gr} d'eau de plus que la bouture non écorcée.

» On voit immédiatement que les effets de l'écorçage seront d'autant plus marqués que les boutures auront une plus grande portion de leur longueur hors de terre. Cela explique en même temps les bons effets d'un fort buttage des boutures, qui, contrairement à l'opinion admise, ne retarde pas, bien au contraire, le développement des bourgeons. Cela explique aussi pourquoi les greffes-boutures, ce qui a paru singulier, s'enracinent parfois plus facilement que les boutures du même cépage : c'est que les unes sont couvertes de terre et à l'abri d'une évaporation trop active, tandis que les autres ont souvent deux ou trois yeux au-dessus de la surface du sol.

» Le *maillochage*, la *torsion* agissent comme l'écorçage. »

MM. **Dumoulin-Froment** et **Doignon**, à l'occasion de la Communication de M. Trouvé sur un gyroscope électrique appliqué à la rectification des compas de route, rappellent deux applications antérieures du gyroscope à la direction des navires :

« 1° Une application du gyroscope à la correction des boussoles marines a été faite par M. E. Dubois, examinateur de la Marine, en 1878, à l'aide d'un gyroscope construit par la maison Dumoulin-Froment et présenté à la Société de Physique dans sa séance du 6 décembre 1878.

» 2° Au mois de juillet 1889, M. le capitaine Krebs, d'accord avec M. Zédé, ingénieur de la Marine, chargea la maison Dumoulin-Froment de construire un gyroscope muni d'un électromoteur spécial entretenant le mouvement du tore. Ce gyroscope a été livré à la Marine le 18 novembre 1889 et a servi à plusieurs reprises au *Gymnote* pour se diriger pendant ses expériences de navigation sous-marine, dans des conditions où l'emploi de la boussole était impossible. »

M. **Mathieu Plessy** adresse une Note rectificative sur sa Communication du 24 août 1890.

« J'ai constaté la présence du potassium dans les produits joints à ma Note du 24 août 1890. En conséquence, je retire les conclusions de cette Note jusqu'à plus ample examen. »

M. **G.-A. Le Roy** adresse une Note « Sur l'analyse volumétrique des chlorures de soufre ».

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 septembre 1890.

Recueil d'exercices sur le Calcul infinitésimal; par F. Frenet. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; in-8°.

Le plateau central de la France et l'Auvergne dans les temps anciens; par J.-B.-M. Biélawski. Paris, Société générale d'éditions, 1890; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, vol. Ier (7e série). Nantes, L. Mellinet et Cie, 1890, 1er semestre; in-8°.

Recherches sur une nouvelle méthode d'analyse eudiométrique; par J. Coquillon. Rouen, Cagniard, 1889; in-8°.

Société des Sciences médicales de Gannat. Compte rendu des travaux de l'année 1889-1890. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1890; in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique, tome X (2e fascicule). Bruxelles, F. Hayez, 1890; in-8°.

Bulletin from the laboratories of natural History, of the state University of Iowa, vol. I, nos 3-4. Iowa, 1890; in-8°.

Annaes do observatorio do infante D. Luiz, trigesimo terceiro anno 1887, vol. XXV. Lisboa, Imprensa national, 1890; in-4°.

Il teorema del parallelogramma, delle forze dimostrato erroneo (con figure); *par* GIUSEPPE CASAZZA. Milano, Galli et Omodei, 1890; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 SEPTEMBRE 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE CÉLESTE. — *Compte rendu d'une ascension scientifique au mont Blanc;* par M. **J. Janssen** (¹).

« Je viens rendre compte à l'Académie d'une récente ascension au mont Blanc, laquelle avait pour but de résoudre la question très controversée de la présence de l'oxygène dans l'atmosphère solaire, et aussi de démontrer la possibilité, pour les savants qui ne sont pas alpinistes, de se faire transporter dans les hautes stations où il y a aujourd'hui tant d'études de la plus haute importance à faire, au point de vue de la Météorologie, de la Physique et même de l'Astronomie.

» Pour les savants qui voudraient suivre mon exemple, je demanderai à

(¹) L'Académie a décidé que cette Communication, bien qu'elle dépasse beaucoup en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

l'Académie de me permettre de donner quelques détails sur les moyens que j'ai employés pour parvenir au sommet du mont Blanc.

1. *Récit de l'ascension.*

» L'Académie se rappelle qu'il y a deux années, à la fin d'octobre 1888, j'avais entrepris l'ascension du mont Blanc jusqu'à la cabane dite des *Grands-Mulets*, qui est sise à une altitude d'environ 3000^m sur des rochers portant ce nom, et qu'on rencontre au-dessus de la jonction de deux des glaciers qui descendent des pentes nord de la montagne dans la vallée de Chamonix, à savoir ceux des Bossons et de Tacconaz.

» Les observations faites alors permirent de constater, dans les groupes de raies dus à l'action de l'oxygène atmosphérique, une diminution en rapport avec la hauteur de la station, et qui indiquait déjà nettement qu'aux limites de notre atmosphère ces groupes devaient disparaître entièrement, et que, par conséquent, l'atmosphère solaire n'intervenait pas dans la production du phénomène.

» Mais la station des *Grands-Mulets* n'est placée qu'aux trois cinquièmes de la hauteur du *mont Blanc*. Aussi, m'étais-je toujours promis de compléter cette première observation par une observation corroborative faite au sommet même de la montagne.

» Cette ascension présentait, il est vrai, surtout pour moi, des difficultés qui paraissaient insurmontables. Déjà, l'expédition des Grands-Mulets m'avait coûté une fatigue extrême, et il semblait qu'une course qui exigeait des efforts deux à trois fois plus grands, et dans un milieu de plus en plus raréfié, était absolument impossible.

» Mais j'ai toujours pensé qu'il est bien peu de difficultés qui ne puissent être surmontées par une volonté forte et une étude suffisamment approfondie.

» C'est ce qui est arrivé ici. J'ai commencé par exclure toute pensée d'ascension à pied. L'ascension au moyen d'un véhicule approprié présentait l'immense avantage, en n'exigeant de l'observateur aucun effort corporel, de lui laisser toutes ses forces pour le travail intellectuel, ce qui était d'un prix inestimable dans ces hautes régions, où les fatigues physiques usent les dernières réserves de l'organisme et rendent toute pensée et tout travail de tête sinon impossibles, du moins extrêmement difficiles.

» Il restait à choisir ce véhicule. Après y avoir mûrement réfléchi et avoir examiné tous les modes de transport, je m'arrêtai au traîneau. Le traîneau,

remorqué par des cordes, laisse aux hommes la liberté complète de leurs mouvements et leur permet d'assurer le pied suivant les exigences de la route.

» En outre, il permet d'employer un nombre d'hommes aussi considérable qu'on le veut, ce qui est d'une grande importance pour rendre les faux pas et les chutes partielles d'hommes sans danger pour eux-mêmes et pour la troupe tout entière.

» Une chaise à porteur, quelle que fût sa forme, mettant les mouvements des hommes dans la dépendance de ceux de leurs camarades, aurait pour effet de rendre très dangereux les passages des arêtes et, d'ailleurs, elle se prêterait beaucoup moins bien à la montée ou à la descente des pentes très inclinées qu'on rencontre si souvent dans l'ascension du mont Blanc.

» Le traîneau que j'ai employé avait été confectionné à l'observatoire de Meudon. Sa forme rappelle d'une manière générale celle des traîneaux lapons, mais j'avais fait ajouter dans les deux tiers de sa longueur et vers la tête une main courante très solidement fixée, qui a servi soit à moi-même, soit à mes guides pour maintenir le traîneau en bonne position ou pour se retenir en cas de faux pas.

» J'avais, en outre, fait confectionner une longue échelle de corde, à échelons en bois, qui pouvait se fixer au traîneau. Cette disposition devait donner beaucoup de facilité aux hommes pour tirer le traîneau, en leur permettant de se ranger sur deux files et d'avoir la liberté entière de leurs mouvements.

» Mais après avoir trouvé le mode, les formes précises et les agrès du véhicule à employer, je n'avais pas encore levé toutes les difficultés. Les guides de Chamonix et les guides en général n'ont pour fonctions que de *conduire* les voyageurs; tout au plus, dans les mauvais pas, leur donnent-ils une assistance corporelle. Il fallait donc leur faire accepter ce mode si nouveau d'ascension et les persuader de la possibilité de franchir, avec ce véhicule, les pentes si rapides et les arêtes si étroites qu'on rencontre à partir du petit plateau jusqu'au sommet. Sous ce rapport, mon ascension de 1888 aux Grands-Mulets avait porté ses fruits. La chaise en forme d'échelle que nous avions employée et qui, contre leur premier avis, avait bien fonctionné dans le glacier leur avait donné une certaine confiance en moi.

» Enfin, après beaucoup d'objections d'une part et d'explications de l'autre, je parvins à convaincre un nombre plus que suffisant de guides ou porteurs, parmi lesquels je pus même opérer une sélection.

» Du reste, je dois dire que, sur des observations qui me furent faites et qui me parurent fondées, on ajouta au traîneau une base plus large avec brancards.

» L'expédition fut donc décidée. Elle comprenait vingt-deux guides ou porteurs destinés soit à remorquer le traîneau, soit à porter les instruments et les provisions. Je partais de Chamonix le dimanche 17 août à 7^h du matin, avec M. Ch. Durier, vice-président du Club-Alpin, et nous arrivions au chalet de Pierre-Pointue vers 10^h. Du chalet aux Grands-Mulets on employa la chaise échelle formée, comme je l'ai expliqué dans la Note de 1888, de deux longs brancards de 4^m environ, reliés vers le centre par deux traverses, qui forment un espace carré au milieu duquel le voyageur est placé sur un siège suspendu par deux courroies; une traverse également suspendue soutient les pieds. Les porteurs, tant à l'avant qu'à l'arrière, placent les brancards sur leurs épaules, et le tout constitue une file étroite d'hommes qui peut passer par les chemins les plus resserrés et même les plus rapides; car alors les porteurs de l'avant peuvent quitter les brancards de l'épaule et les soutenir à bout de bras. C'est la même manœuvre qu'on adopte pour les descentes. Quant à la traversée des crevasses, cette chaise s'y prête particulièrement bien à cause de sa longueur. Ainsi je dirai que, pendant la traversée de la jonction, au point où les glaciers des Bossons et de Tacconaz se heurtent en se réunissant et produisent là un chaos de blocs qui se dressent dans toutes les positions, je n'ai pas été obligé une seule fois de descendre de la chaise.

» Cependant nous eûmes quelquefois à franchir des parois tellement inclinées que la chaise était dans une position presque verticale. Le siège, en raison de son mode de suspension, restait toujours dans sa position normale. Du reste, je me plais à dire ici que les porteurs levèrent toutes ces difficultés, dont on ne peut se former une idée que quand on est au milieu de ces chaos de glaces, avec un entrain superbe, et nous arrivions à la cabane des Grands-Mulets à $5^h 30^m$, c'est-à-dire moins de six heures après notre départ du chalet de *Pierre-Pointue*.

» La Station des Grands-Mulets aura bientôt un chalet-observatoire, élevé à ma demande par le Club-Alpin français.

» Le lendemain lundi nous quittions les Grands-Mulets à 5^h du matin et alors nous prenons le traîneau.

» Nous traversons d'abord le rocher sur lequel elle est construite et nous passons devant l'ancienne cabane, puis nous entrons dans les neiges.

» Nous cheminons d'abord au pied de l'aiguille Pischner qui n'est

qu'une prolongation de celle des Grands-Mulets, et bientôt nous arrivons à la grande crevasse du Dôme. La présence de cette crevasse large et profonde, qui barre le chemin, nous oblige à des détours et nous force à longer des pentes aux pieds desquelles se trouve la crevasse. Ici, le traîneau ne porte que d'un côté; le côté qui est au-dessus du vide doit être soutenu par les épaules des porteurs, et il leur faut une bien grande habitude du glacier pour assurer le pied sur ces pentes si rapides et si glissantes.

» C'est alors que je commençai à juger mes guides, à les classer dans mon esprit, et à préparer le choix de l'élite que je destinais à l'ascension bien autrement difficile du sommet. Le glacier, qui descend des flancs nord du mont Blanc, n'a pas une inclinaison régulière et uniforme; il présente, au contraire, comme la plupart des glaciers, des ressauts à pentes rapides et quelquefois des murs presque verticaux. C'est un escalier gigantesque dont les marches, à partir des Grands-Mulets, sont : le petit plateau, le grand plateau, la plate-forme du pied des Bosses et la série des grands accidents qui défendent le sommet. Telle était la succession des obstacles que nous avions à franchir.

» Le mur qui conduit au petit plateau a sans doute une forte inclinaison, mais il peut être attaqué de front. L'échelle de corde dont j'ai parlé facilita beaucoup l'escalade de ces grandes pentes. Les hommes rangés sur deux files, et à bonne distance les uns des autres, en saisissaient les échelons sans se gêner mutuellement.

» Pour parer au danger d'une chute qui aurait pu entraîner celle de toute la colonne, deux guides grimpaient en avant, enfonçaient dans la neige et la glace un piolet jusqu'à la tête, et enroulaient autour du manche deux tours d'une longue corde, dont ils tenaient fortement l'extrémité. Au fur et à mesure que le traîneau s'élevait, ils tiraient la corde à eux, de manière qu'elle fût toujours tendue; en cas d'accident, cette corde ainsi maintenue et rendue solidaire du piolet profondément enfoncé aurait pu soutenir et le traîneau et tous ceux qui le remorquaient. C'est ainsi que nous avons franchi les pentes si rapides qui conduisent au petit plateau, au grand plateau et à la plate-forme des Bosses.

» Quant à moi, affranchi de tout effort physique, et quand je n'avais pas à donner un conseil à mes guides sur la manière d'attaquer les difficultés de l'ascension, j'étais tout entier à l'admirable spectacle qu'offrent ces grandes solitudes glacées. Au pied du Dôme du Goûter, le mouvement descendant du glacier a accumulé d'énormes blocs de glace composant une architecture fantastique, rappelant les assises puissantes des palais des

Pharaons. Mais combien celles-ci sont plus impressionnantes dans ces hautes solitudes, où elles figurent comme l'entrée grandiose de palais mystérieux cachés dans les flancs du colosse de granite!

» Vers 1^h de l'après-midi, nous arrivions à la cabane des Bosses, dont l'érection est due à M. Vallot, et qui est appelée à rendre de grands services aux ascensionnistes.

» Les guides désarmèrent le traîneau et rentrèrent les objets les plus précieux, car l'exiguïté de la cabane ne permettait pas de mettre le matériel à l'abri. Ils prirent ensuite leurs dispositions pour leur repas et passer la nuit.

» Quant à moi, je fis immédiatement quelques observations spectroscopiques, le Soleil étant encore très élevé.

» Nous pensions reprendre l'ascension le lendemain, et parvenir au sommet de bonne heure. Mais, dans la soirée (18 août), le temps se gâta tout à coup, et, la nuit, la tourmente fut terrible.

» Nous ressentions, dans ces hautes régions, les effets de la trombe-cyclone du 19 août qui a commencé ses ravages à Oyonnax (département de l'Ain), puis à Saint-Claude, les Rousses, le Brassus, et les a terminés à Croy (station du chemin de fer de Lausanne à Pontarlier) (d'après une Note sur le cyclone que M. le professeur Forel, de Morges, a bien voulu m'envoyer, et dont je le remercie ici).

» Pendant la nuit du 18 au 19, la journée du 19, celle du 20, nous n'avons cessé, avec certaines accalmies, d'éprouver les effets de la tourmente. J'ai tout à fait reconnu, dans les allures et les sons des violents coups de vent que nous éprouvions, ceux du grand typhon que nous essuyâmes en 1874, en rade de Hong-Kong, lorsque je conduisis la Mission française au Japon pour le passage de la planète Vénus; typhon qui détruisit une partie de la ville et ravagea la mer de Chine.

» La violence des rafales était si grande qu'il y avait danger pour nos guides à sortir quand elles soufflaient, et tous les objets, même de poids considérable, qu'on avait été obligé de laisser dehors furent enlevés et transportés jusqu'au grand plateau.

» Il eût été du plus haut intérêt, pour la théorie de ces phénomènes, que des observations suivies sur la violence et la direction du vent, l'électricité, la pression barométrique, la température, pussent être faites d'une manière continue pendant toute la durée de cette grande perturbation atmosphérique.

» Ces observations, rapprochées des faits qui ont été recueillis sur le

trajet du cyclone, auraient jeté une vive lumière sur la question du lieu d'origine, de la formation et de l'extinction de ces terribles phénomènes.

» Pour cela, il faut établir, dans ces hautes régions et le plus près possible du sommet, un observatoire suffisamment bien aménagé pour qu'on puisse y vivre convenablement le temps qu'on désirera y rester et, en outre, y placer les instruments nécessaires, soit à l'observation directe, soit à l'enregistrement pendant une assez longue période de temps; car on ne peut se dissimuler qu'il se produira de longs intervalles pendant lesquels l'intempérie de ces hautes stations ne permettra pas l'ascension.

» Je reviendrai sur cette question; mais ce qui paraît déjà acquis, c'est que la violence de la tourmente a été, dans cette station si élevée, tout à fait comparable à celle qu'elle avait, dans les plaines, à plus de 4000^m plus bas.

» Cependant, je dois dire que, d'après le son rendu par le vent au moment des grandes rafales, la vitesse devait être notablement inférieure à celle du vent des rafales du cyclone de Hong-Kong. Il est vrai que ce cyclone a produit des effets destructeurs bien autrement considérables que ceux qu'on vient de constater de la part du cyclone du 19 août.

» Il paraît donc résulter de cette observation que ces phénomènes intéressent une énorme épaisseur de l'atmosphère, ce qui, d'ailleurs, n'a rien que de très naturel.

» Quant à la question de savoir si les premières perturbations atmosphériques se sont fait sentir dans nos hautes régions avant de se montrer dans la plaine, c'est là une question qu'il serait de la plus haute importance de résoudre avec certitude; mais elle est fort délicate. Pour la résoudre, il faudrait pouvoir disposer des indications d'enregistreurs bien réglés, répartis sur le parcours du cyclone, au mont Blanc, et dans quelques stations intermédiaires, comme les Grands-Mulets, Chamonix, etc.; car il est évident que, si le phénomène prend naissance dans les hautes régions de l'atmosphère, il ne doit pas employer un temps bien considérable à descendre, et, dès lors, il faut des observations très précises, surtout au point de vue du temps, pour décider la question.

» Je reviens maintenant à l'ascension au sommet.

» J'avais toujours pensé, en raison du caractère cyclonique du phénomène, que cette tourmente ne durerait pas au delà de quelques jours, et je persévérai. M. Vallot, n'étant pas de cet avis, profita de l'amélioration de la matinée du jeudi 21 et redescendit à Chamonix.

» Le temps continua en effet à s'améliorer, et, après son départ, je pus faire, vers midi, dans la cabane devenue plus libre, avec le spectroscope Duboscq, des observations soignées. Mon ami M. Ch. Durier, qui n'avait pas voulu me quitter et comptait monter aussi au sommet, m'assistait dans ces observations pour certaines constatations d'intensités relatives sur lesquelles j'étais bien aise d'avoir un avis absolument impartial et dégagé de toute idée préconçue. Enfin, le temps devenant de plus en plus beau, on se prépara pour le lendemain.

» Il ne me restait que douze hommes et Frédéric Payot, que son âge et son expérience du mont Blanc désignaient comme leur chef. Les autres, fatigués de leur séjour dans la cabane pendant la tourmente et n'ayant pas, sans doute, la même foi dans la réussite, avaient demandé à redescendre, ce qui leur avait été accordé.

» J'avais harangué ensuite mes douze fidèles, mes douze apôtres comme je les appelais en riant, et leur avais prédit le succès ([1]).

» Le vendredi 22 août, l'aurore présagea une journée d'une beauté exceptionnelle. Payot, qui avait été examiner l'horizon et que je questionnais, me dit :

« Tous les signes au ciel et sur la montagne présagent un bien beau jour. » Et il ajouta : « Les corneilles sont revenues. — C'est la paix avec le ciel qu'elles nous apportent, lui répondis-je. D'ailleurs, un instinct secret me dit que la journée sera belle et que nous réussirons. Préparez tout pour le départ. »

» De grand matin, on avait envoyé tailler des pas sur l'arête de la grande Bosse, mais le froid était si vif qu'un des guides eut un pied gelé. Nous le laissâmes à la cabane. (Heureusement, son pied se guérit quelques jours plus tard.)

» Les préparatifs terminés, nous ne nous mîmes en marche cependant que vers $8^h 45^m$, afin de donner au Soleil, qui était ardent, le temps d'amollir les neiges des arêtes, glacées par le grand froid de la nuit.

» De l'endroit où se trouve la cabane des Bosses, les points les plus difficiles à franchir sont : l'arête de la grande Bosse, celle de la petite et celle des rochers de la Tournette.

» Ces arêtes sont formées par la rencontre des murailles presque verti-

---

([1]) Voici leurs noms : Comte (Alfred), Farini (Joseph), Favret-Lambert, Burnet (Théophile), Comte (Jean), Charlet (Joseph), Darbeley-Gaspard, Tournier (Ambroise), Monard (Michel), Comte (Louis), Simon (Jules), Simon (Jules, des Bois).

cales qui, du côté italien, s'élèvent du glacier de Miage en contre-bas, d'environ 2000^m, et, du côté français, de celles qui descendent au grand plateau de 800^m plus bas. Ces murailles se coupent sous un angle si aigu qu'un homme a besoin d'y tailler des pas pour s'y tenir, et leur inclinaison, en certains points, dépasse 50° avec l'horizon.

» Telle était la nature des obstacles que nous avions à franchir; il est surprenant que nous ayons pu le faire avec un traîneau.

» Cependant, mes guides m'avaient amené jusqu'à l'endroit le plus rapide de l'arête de la grande Bosse. Là, je mis pied à terre ou plutôt dans la neige, et je cherchai à m'élever ; mais, malgré des efforts presque surhumains, je tombai la face dans la neige après une ascension d'une vingtaine de mètres; je repris haleine et voulus continuer la montée; ce me fut impossible, et, sur ce nouveau calvaire, je retombais après chaque nouvelle tentative. Mes guides virent bien qu'il fallait absolument hisser le traîneau. C'est alors que je pus constater toute l'énergie de ces hommes réellement admirables quand un grand objet excite leur dévouement. Ils avaient compris le but scientifique de mon expédition et ils m'avaient vu faire tous les efforts possibles pour y atteindre; aussi, dès ce moment, se chargèrent-ils de tout. Sans se préoccuper des dangers qu'ils couraient eux-mêmes, sans penser aux précipices qui nous entouraient, ils s'emparèrent du traîneau, le hissèrent sur ces arêtes plus étroites que la largeur même de l'appareil.

» Admirant leurs efforts, je les encourageais par mes paroles, mais surtout par la confiance absolue qu'ils lisaient sur mon visage. Aussi, quand nous eûmes franchi le dernier de ces obstacles, et que le sommet nous appartint enfin il y eut une explosion générale d'enthousiasme; tous se félicitaient et venaient me serrer les mains.

» J'embrassai l'un d'eux, Frédéric Farini, qui, constamment à mes côtés, m'avait donné des preuves d'un dévouement absolu. Frédéric Payot vint aussi à moi, et me témoigna son enthousiasme dans des termes que je ne rapporterai pas ici.

» Nous reprîmes la marche et arrivâmes enfin au sommet. M. Ch. Durier, dont j'admirais l'énergie calme et tranquille, y arrivait aussi. Nos guides agitèrent le drapeau, et Chamonix leur répondit par le canon d'usage.

» Je ne saurais dire l'émotion qui s'est emparée de moi quand, parvenu au sommet, ma vue embrassa tout à coup le cercle immense qui se déroulait autour de moi.

» Le temps était admirable, la pureté de l'atmosphère telle, que ma vue

pénétrait jusqu'au fond des dernières vallées. L'extrême horizon seul était voilé d'une brume légère. J'avais sous les yeux tout le sud-est de la France, le nord de l'Italie et les Apennins, la Suisse et sa mer de montagnes et de glaciers.

» Ces collines, ces vallées, ces plaines, ces cités colorées en bleu par l'énorme épaisseur d'atmosphère qui m'en séparait, me donnaient l'impression d'un monde vivant au fond d'un immense Océan aux eaux d'un bleu céleste; il me semblait même entendre les bruits et l'agitation qui s'en élevaient et venaient mourir à mes pieds. Puis, si ma vue, quittant ces merveilleux lointains, se reportait autour de moi, le contraste était frappant: c'était un monde de glaciers, de pics déchirés, de déserts de neige, de blancs précipices, sur lesquels régnait un silence saisissant. Alors je me figurais avoir sous les yeux une de ces scènes que nous pouvons imaginer quand la Terre aura vieilli, que le froid en aura chassé la vie, et que sur sa face glacée régnera le grand silence de la fin.

» Les impressions excitées par cet inoubliable tableau eussent été inépuisables, mais je m'y dérobai et commençai mes observations. Elles se rapportaient à la Spectroscopie, au point de vue de l'horizon dont on pourrait disposer sur la cime, à l'étude d'un emplacement pour un observatoire, à celles de la transparence de l'atmosphère, etc.

» Ces études trop rapidement conduites à mon gré, mais qui eussent exigé un abri permanent pour être faites avec tout le soin désirable, il fallut songer à la descente. Le froid était très vif, mes guides ne pouvaient y rester exposés plus longtemps sans danger.

» La descente est beaucoup plus rapide que la montée sur les pentes ordinaires et en dehors des arêtes. Mais sur celles-ci, elle est plus dangereuse. La manœuvre des cordes attachées aux piolets enfoncés dans la glace en atténua beaucoup les risques.

» Nous arrivâmes vers 2^h à la cabane des Bosses, et, après quelques préparatifs nécessaires, nous partîmes pour celle des Grands-Mulets.

» Le succès nous avait enhardis. Dédaignant le chemin ordinaire et nous servant de nos piolets comme points d'attache, nous descendions des pentes de 60° et 70°. Quant aux pentes douces, elles étaient franchies en glissades avec une rapidité étonnante. Cependant, dans les passages réellement dangereux, j'exigeais qu'on mît toute la prudence voulue, tenant par-dessus tout à ce qu'il n'arrivât aucun accident à mes chers compagnons.

» Nous étions aux Grands-Mulets pour le dîner.

» Nous eûmes comme compagnon de table M. Olivier, docteur ès Sciences, directeur de la *Revue générale des Sciences,* qui, pour son début d'alpiniste, venait aussi de faire l'ascension du mont Blanc. M. Olivier s'était tiré de cette ascension, dont il ne soupçonnait peut-être pas tout d'abord les difficultés et les fatigues, avec une énergie que je ne pus m'empêcher d'admirer.

» La matinée du lendemain fut tout entière consacrée à des observations spectroscopiques comparatives que je désirais reprendre pour corroborer celles que j'avais faites au haut de la montagne. Aussi ne quittâmes-nous les Grands-Mulets qu'à $1^h 30^m$.

» A 5^h, je rencontrais, au chalet de la cascade du Dard, Mme Janssen et ma fille venues au-devant de moi avec M. le baron de Viry et quelques amis. A 7^h du soir, nous étions à Chamonix, où nous fûmes reçus avec un intérêt et, puis-je le dire, un enthousiasme qui nous ont été au cœur à M. Ch. Durier et à moi.

» Le soir, nous réunissions nos guides pour leur offrir un punch d'honneur, les remercier de leur dévouement et nous féliciter ensemble d'une expédition entreprise dans des conditions si nouvelles et qui, je l'espère, portera ses fruits.

2. *Études spectrales.*

» Ainsi que je viens de le dire dans le récit de l'ascension, la question dont je poursuivais la solution dans ma dernière ascension aux *Grands-Mulets,* sur les flancs du mont Blanc, il y a deux années, se rapportait à la présence de l'oxygène dans les enveloppes gazeuses extérieures du Soleil. La question de l'existence de l'oxygène dans l'atmosphère solaire est une des plus importantes que la Physique céleste puisse se proposer, en raison du rôle immense que joue ce corps dans les phénomènes géologiques, chimiques, et surtout dans ceux d'où dépend la vie sous toutes ses formes. Aussi s'en est-on occupé depuis longtemps déjà, mais on sait aussi que la question était toujours restée indécise.

» La découverte toute récente des phénomènes remarquables d'absorption que l'oxygène produit sur un faisceau lumineux qui le traverse sous épaisseur suffisante permettait de reprendre la question dans des conditions nouvelles.

» Or on sait que l'action de l'oxygène sur la lumière se traduit par deux systèmes d'absorption : d'une part, un système de raies fines plus ou moins obscures, telles que les groupes A, B, α, etc., et, d'autre part, des bandes

obscures jusqu'ici non résolubles dans le rouge, le jaune, le vert, le bleu, etc. Ces deux systèmes, suivant des lois d'absorption différentes, donnent lieu, au point de vue qui nous occupe, à des observations très différentes.

» Les bandes obscures étant absentes du spectre solaire dès que l'astre est un peu élevé sur l'horizon, on peut rechercher si le spectre du disque solaire vers les bords, c'est-à-dire dans les points où l'action absorbante de l'atmosphère solaire doit être portée à son maximum d'effet, présente les bandes de l'oxygène. C'est une observation qui est singulièrement facilitée par les éclipses annulaires du Soleil, et l'on sait que pendant celle qui eut lieu cette année même, et qui, à Candie, fut favorisée par un temps si exceptionnellement favorable, M. de la Baume Pluvinel, qui avait bien voulu se charger de cette observation, obtint un résultat tout à fait négatif, c'est-à-dire un spectre de l'extrême bord solaire où les bandes de l'oxygène étaient complètement absentes. Ainsi la considération des bandes n'est pas favorable à l'hypothèse de l'existence de l'oxygène dans l'atmosphère solaire.

» Mais l'étude des raies peut, elle aussi, conduire à la solution cherchée.

» En effet, les bandes du spectre de l'oxygène n'existant pas dans le spectre solaire dès que l'astre est un peu élevé, on peut rechercher directement leur présence dans le Soleil par l'étude de son spectre, sans que l'action de l'atmosphère terrestre vienne compliquer les résultats.

» Il en est tout autrement des raies. Les groupes A, B, α se montrent même très accusés dans le spectre solaire circumzénithal, c'est-à-dire en toutes circonstances.

» Il faut donc ici, ou bien se procurer une action qui soit égale à celle de notre atmosphère et voir si cette action produit dans le spectre des raies de même intensité que celles qu'on observe dans le spectre solaire circumzénithal, et c'est ce qui a été fait dans l'expérience instituée entre la tour Eiffel et l'observatoire de Meudon [1], ou bien diminuer dans une mesure connue l'action de l'atmosphère terrestre et voir si ces diminutions sont telles qu'elles conduiraient à une extinction totale aux limites de l'atmosphère. C'est la méthode dont l'emploi a été commencé il y a deux ans aux Grands-Mulets et qui a été complétée cette année au sommet du mont Blanc.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1035.

» Les observations embrassent actuellement trois stations : Meudon, les Grands-Mulets, une station près du sommet du mont Blanc.

» Il va sans dire que, pour rendre les observations comparables, j'ai eu le soin d'employer les mêmes instruments dans chacune des stations.

» Le premier instrument, déjà employé en 1888 aux Grands-Mulets, est un spectroscope de Duboscq à deux prismes qui montre B formé d'une ligne très noire et large, avec une bande ombrée qui représente la série des doublets non séparés par l'instrument.

» Ce spectroscope avait pour moi l'avantage d'un long usage, spécialement dans les études de laboratoire sur les spectres des gaz dans leurs rapports avec le spectre solaire.

» Le second instrument est un spectroscope à réseau de Rowland et lunettes de 0,75 de foyer, montrant toutes les lignes des groupes A, B, α et spécialement les doublets de B.

» Avec le spectroscope de Duboscq, on juge le phénomène dans son ensemble, et pour B, par exemple, c'est l'intensité et la largeur de l'ombre et celles de la ligne noire qui les accompagne, comparées à la ligne fixe C de l'hydrogène, qui servent aux comparaisons.

» Avec le spectroscope à réseau, on possède des éléments nouveaux. On sait que les doublets de B, par exemple, vont en décroissant d'intensité au fur et à mesure qu'ils s'éloignent de la tête de B.

» J'ai mis à profit cette décroissance d'intensité pour l'estimation de la diminution des actions absorbantes de l'atmosphère avec l'élévation de la station.

» Si l'on s'élève, en effet, dans l'atmosphère, on voit les doublets les plus faibles et les plus éloignés de la tête de B s'affaiblir de plus en plus, pour disparaître avec une hauteur suffisante de la station.

» C'est ainsi qu'à Meudon, où l'action de l'atmosphère est très sensiblement entière, on observe dix doublets bien visibles. Mais aux Grands-Mulets, le système est déjà bien réduit ou du moins les derniers doublets sont si faibles que l'observation en est difficile. Au sommet, je n'ai pas pu faire d'observation avec cet instrument. Pendant la tourmente, on ne pouvait songer à des observations à l'extérieur, puisque les guides eux-mêmes avaient la plus grande peine à se tenir. L'intérieur de la cabane de M. Vallot était trop exigu pour permettre le déploiement de l'instrument. C'est une observation qui sera intéressante à reprendre quand on aura érigé vers le sommet un observatoire mieux installé.

» Mais j'estime que l'observation avec le spectroscope de Duboscq, qui,

elle, a pu être faite dans d'excellentes conditions à Meudon, à Chamonix, aux Grands-Mulets et près du sommet, est très concluante.

» Je dois même ajouter que la diminution d'intensité du groupe B entre les Grands-Mulets et la station des Bosses, près du sommet, m'a surpris, et que je l'ai trouvée plus forte que ne semble le comporter la hauteur et la densité de la colonne atmosphérique qui relie ces deux stations.

» Le lendemain, 23 août, étant à la station des Grands-Mulets, de retour du sommet, j'ai repris vers midi les observations avec mes deux instruments.

» En résumé, les observations spectroscopiques faites pendant cette ascension à la cime du mont Blanc complètent et confirment celles que j'avais commencées, il y a deux ans, à la station des Grands-Mulets, à 3050^{m} d'altitude, et l'ensemble de ces observations, c'est-à-dire celles qui ont été faites entre la tour Eiffel et Meudon, celles de M. de la Baume à Candie, celles faites au laboratoire de Meudon et enfin les observations de cette année au mont Blanc se réunissent pour conduire à faire admettre l'absence de l'oxygène dans les enveloppes gazeuses solaires qui surmontent la photosphère, tout au moins de l'oxygène avec la constitution qui lui permet d'exercer sur la lumière les phénomènes d'absorption qu'il produit dans notre atmosphère et qui se traduisent dans le spectre solaire par les systèmes de raies et de bandes que nous connaissons. Je considère que c'est là une vérité qui est définitivement acquise.

» On peut déjà tirer de cette vérité certaines conclusions touchant la constitution de l'atmosphère solaire.

» Il est certain que, si l'oxygène existait simultanément avec l'hydrogène dans les enveloppes extérieures du Soleil et accompagnait ce dernier jusqu'aux limites si reculées où on l'observe, c'est-à-dire jusque dans l'atmosphère coronale, le refroidissement ultérieur dans une période de temps que nous ne pouvons encore assigner, mais qui paraît devoir se produire fatalement quand notre grand foyer central commencera à épuiser les immenses réserves de forces dont il dispose encore, ce refroidissement, dis-je, aurait pour effet, si l'oxygène et l'hydrogène étaient en présence, de provoquer leur combinaison. De la vapeur d'eau se formerait alors dans ces enveloppes gazeuses, et la présence de cette vapeur, d'après ce que nous connaissons de ses propriétés, aurait pour effet d'opposer au rayonnement solaire, principalement à ses radiations calorifiques, un obstacle considérable. Ainsi l'affaiblissement de la radiation solaire serait encore accéléré par la formation de cette vapeur.

» N'y a-t-il pas là encore une harmonie nouvelle reconnue dans cet ensemble déjà si admirable de dispositions, qui tendent à assurer à notre grand foyer central la plus longue durée possible à des fonctions d'où dépend la vie du système planétaire tout entier?

3. *Observations physiologiques.*

» Je donnerai ici quelques détails sur mon état physiologique pendant mon séjour d'une semaine sur les flancs du mont Blanc, près de sa cime et à sa cime elle-même, c'est-à-dire entre 3000^m et 4800^m d'altitude.

» Je suis le premier, je crois, qui soit parvenu au sommet du mont Blanc sans avoir eu à faire aucun effort corporel, et, ce qui est très remarquable, il paraît que je suis également le seul qui ait joui, dans cette circonstance, de l'intégrité de mes forces intellectuelles.

» Ce résultat remarquable, et j'ajoute précieux par les indications qu'il donne aux observateurs qui auront à séjourner dans les hautes stations, me paraît devoir être entièrement attribué à l'absence d'effort physique pendant toute cette expédition.

» Il serait déjà bien improbable que j'eusse été affranchi des malaises si constants des hautes stations par l'effet d'une disposition toute spéciale de mon tempérament, par une sorte d'idiosyncrasie; mais cette supposition elle-même ne pourrait se soutenir, car chaque fois que j'ai eu des efforts corporels à faire dans mes ascensions antérieures, j'ai éprouvé des troubles, assez légers il est vrai, mais constants et de la nature de ceux dont se plaignent ordinairement les alpinistes dans les hautes régions. Il y a deux années, pendant mon ascension aux Grands-Mulets, ascension pendant laquelle j'ai eu à faire de grands efforts, j'ai ressenti les effets du mal de montagne pendant le jour qui a suivi l'ascension, et, ce qui est très remarquable, dès que je voulais réfléchir sur mes observations et faire un travail intellectuel un peu suivi, j'éprouvais une sorte de syncope et de faiblesse subite. Ce n'est que par des inspirations très fréquentes que je me rétablissais, et j'avais même pris l'habitude de respirer ainsi très fréquemment avant de chercher à penser.

» Ceci montre bien que les actes intellectuels, comme les actes physiques, exigent une dépense de force et, notamment, la présence de l'oxygène dans le sang.

» Il en fut tout autrement pendant la dernière ascension.

» J'ai passé quatre jours dans la cabane des Bosses et, pendant ces quatre jours, je n'ai pas éprouvé un seul instant de malaise.

» L'appétit était resté intact, quoique l'alimentation fût plutôt, comme quantité, inférieure à celle qui m'est ordinaire. Mais les forces intellectuelles étaient intactes, plutôt même surexcitées, et la nuit, après le premier sommeil, je me mettais à penser longuement et je m'y livrais avec plaisir. J'ai trouvé là des solutions, que je crois justes, à des difficultés que je n'aurais sans doute pas résolues dans la plaine.

» Mais il ne fallait me livrer à aucun travail corporel, car aussitôt la respiration me manquait et j'aurais éprouvé sans doute, en persistant, les troubles des hautes stations. A la cime du mont Blanc, je n'ai éprouvé non plus aucun malaise, et mes facultés intellectuelles étaient entières. J'éprouvais seulement une légère excitation, sans doute due au contentement et bien naturelle après les péripéties de l'ascension.

» La conclusion de ces observations me paraît être que le travail intellectuel n'est nullement impossible dans les hautes stations, à la condition de bannir tout effort physique. Il faut réserver toutes ses forces pour la dépense qu'exige la pensée (ce qui ne veut pas dire, bien entendu, que la pensée elle-même soit d'ordre physique).

» Les hautes stations s'imposent de plus en plus pour la science des phénomènes de l'atmosphère, pour la Physique du globe, pour l'Astronomie elle-même. Il est d'un haut intérêt de savoir que les observateurs pourront y jouir de toutes leurs facultés, en s'imposant seulement d'y vivre dans des conditions déterminées.

4. *Projet d'observatoire au mont Blanc.*

» Je crois qu'il y aurait un intérêt de premier ordre, pour l'Astronomie physique, pour la Physique terrestre, pour la Météorologie, et j'ajoute pour certains avertissements d'ordre météorologique, qu'un observatoire fût érigé au sommet ou tout au moins tout près du sommet du mont Blanc.

» Je sais qu'on m'opposera la difficulté d'édifier une semblable construction sur un sommet si élevé, où l'on ne parvient qu'avec de grandes difficultés et où règnent souvent des tempêtes si violentes.

» Toutes ces difficultés sont réelles, mais elles ne sont nullement insurmontables. C'est l'opinion qui est résultée pour moi de mon ascension et des études que j'ai faites à ce sujet.

» Je ne puis dès maintenant entrer dans une discussion approfondie; je me contenterai de faire remarquer qu'aujourd'hui, avec les moyens dont nos ingénieurs disposent, et j'ajoute avec des montagnards tels que ceux que nous avons dans la vallée de Chamonix et dans les vallées voisines, ce problème sera résolu quand on voudra.

» Actuellement, on applique partout, et spécialement en Suisse, les moyens mécaniques à la conquête des sommets. La Science suit ce mouvement et l'on commence à sentir toute l'importance des études dans les hautes stations.

» La France, qui a la bonne fortune de posséder sur le mont Blanc la plus haute et l'une des mieux situées des stations de montagnes en Europe, ne peut se désintéresser d'une entreprise qui répond si bien aux besoins scientifiques actuels.

» Quant à l'Académie, qui s'est toujours montrée si jalouse de tout ce qui peut ajouter à l'honneur scientifique de la France, je lui demande de vouloir bien donner à ce projet sa haute approbation et son appui. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation modulaire pour la transformation de l'ordre* 11; par M. A. CAYLEY.

« L'équation en u, v, en y écrivant $u = x$, $v = y$, est

$$\left.\begin{array}{l} y^{12} \\ +y^{11}\ (32x^{11} - 22x^3) \\ +y^{10}.\ 44x^6 \\ +y^9\ (88x^9 + 22x) \\ +y^8.\ 165x^4 \\ +y^7.\ 132x^7 \\ +y^6\ (-44x^{10} + 44x^2) \\ +y^5\ -132x^5 \\ +y^4\ -165x^8 \\ +y^3\ (-22x^{11} - 88x^3) \\ +y^2\ -44x^6 \\ +y\ (22x^9 - 22x) \\ +1\ .\ -x^{12} \end{array}\right\} = 0.$$

» Selon un résultat trouvé par H.-G.-S. Smith, pour la transformation de l'ordre p, la courbe est de l'ordre $2p$, et il y a à l'origine un point double, à l'infini deux points singuliers équivalents chacun à $\frac{1}{2}(p-1)(p-2)$ points doubles, et de plus $(p-1)(p-3)$ points doubles. Au cas $p = 11$, le nombre de ces derniers points doubles est donc $= 80$. Cela s'accorde avec l'expression

$$D = x^{12}(1-x^8)^{10}(16x^{16} - 31x^8 + 16)^2(x^{64} - 301960x^{56} + \ldots + 1)^2,$$

trouvée par M. Hermite pour le discriminant de la fonction; et l'on voit ainsi que les valeurs de x, qui correspondent aux quatre-vingts points doubles, sont données par les équations

$$16x^{16} - 31x^8 + 16 = 0,$$
$$x^{64} - 301960x^{56} + \ldots + 1 = 0.$$

» Je ne considère que les seize points doubles donnés par la première équation. Cette équation donne

$$x^8 = \tfrac{1}{32}(31 + 3i\sqrt{7}), \qquad x^4 = \tfrac{1}{8}(i + 3\sqrt{7}), \qquad x^2 = \frac{1+i}{4\sqrt{2}}(-3 + i\sqrt{7});$$

il y a ainsi quatre points doubles, pour lesquels les valeurs de x sont

$$x = \pm\sqrt{\frac{1+i}{4\sqrt{2}}(-3 + i\sqrt{7})}, \qquad x = \pm\sqrt{\frac{1+i}{4\sqrt{2}}(-3 - i\sqrt{7})};$$

je trouve que les valeurs correspondantes de y sont $y = \frac{1+i}{\sqrt{2}}x$, savoir que les quatre points sont situés sur la droite $y = \frac{1+i}{\sqrt{2}}x$, et, en changeant successivement les signes de i et $\sqrt{2}$, on voit ainsi que les seize points sont situés, quatre à quatre, sur les droites

$$y = \frac{1+i}{\sqrt{2}}x, \qquad y = \frac{1-i}{\sqrt{2}}x, \qquad y = -\frac{1+i}{\sqrt{2}}x, \qquad y = -\frac{1-i}{\sqrt{2}}x.$$

» J'écris, pour abréger, $m = \frac{1+i}{\sqrt{2}}$ (donc $m^4 = -1$),

$$p = \tfrac{1}{4}(-3 + i\sqrt{7}),$$

donc

$$2p^2 + 3p + 2 = 0;$$

» En écrivant dans l'équation $y = mx$ et en rejetant le facteur x^2, puis en écrivant $x^2 = mp$, l'équation se présente sous la forme

$$\left.\begin{array}{ll} m^{10}p^{10}. & 32m^{11} \\ + m^8 p^8 . & 88m^9 \\ + m^7 p^7 . & 44m^{10} - 44m^6 \\ + m^6 p^6 . & - 22m^{11} + 132m^7 - 22m^3 \\ + m^5 p^5 . & m^{12} + 165m^8 - 165m^4 - 1 \\ + m^4 p^4 . & 22m^9 - 132m^5 + 22m \\ + m^3 p^3 . & 44m^6 - 44m^2 \\ + m^2 p^2 . & - 88m^3 \\ + 1 . & - 32m \end{array}\right\} = 0,$$

où les coefficients ne contiennent que les puissances m^{21}, m^{17}, m^{13}, m^9, m^5, m^1 de m et se réduisent ainsi à des multiples de m; il y a aussi un facteur numérique 8, et, en divisant par $-8m$, l'équation devient

$$4p^{10} - 11p^8 - 11p^7 + 22p^6 + 41p^5 + 22p^4 - 11p^3 - 11p^2 + 4 = 0;$$

cette équation est de la forme

$$(2p^2 + 3p + 2)^2 (p^6 - 3p^5 + 2p^4 + p^3 + 2p^2 - 3p + 1) = 0.$$

» La droite $y = mx$ a donc, avec la courbe, quatre intersections doubles $p = \frac{1}{4}(-3 \pm i\sqrt{7})$, c'est-à-dire $x^2 = \frac{1+i}{4\sqrt{2}}(-3 \pm i\sqrt{7})$: on démontre sans peine que la droite n'est pas une tangente, et ces valeurs correspondent ainsi à des points doubles de la courbe, c'est-à-dire qu'il y a sur la droite $y = \frac{1+i}{\sqrt{2}}x$ quatre points doubles. Réciproquement, cette valeur de x^2 conduit au facteur $(16x^{16} - 31x^8 + 16)^2$ du déterminant de l'équation modulaire. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une trombe d'eau ascendante.* Note de M. **Daniel Colladon**.

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie deux photographies représentant un phénomène extrêmement curieux, qui vient de se

produire à Genève, le long du barrage à rideaux que l'on a construit en amont et le long du petit pont de la Machine.

» On peut reproduire à volonté ce fait : il suffit d'abaisser un certain nombre de ces rideaux, tandis qu'aux extrémités ils sont relevés et que l'eau s'y écoule librement. Il se produit alors, à chaque extrémité ouverte, une trombe ou tourbillon qui a sa bouche en bas. Un peu plus haut, elle prend la forme cylindrique horizontale, et ces deux parties horizontales tendent à se réunir, en formant, comme on l'a baptisé à Genève, une espèce de *serpent d'eau*. Cette partie cylindrique et horizontale, qui aboutit aux deux rideaux ouverts, ondule dans un espace d'un peu plus de 1^{m} et a partout le même diamètre; sa grosseur peut varier, dans toute sa longueur, depuis moins de $0^{m},01$ jusqu'à plus de $0^{m},1$ de diamètre [1].

» J'examinai comment le phénomène peut se produire, et je pensai à quelques expériences que je voulais faire sur ses circonstances principales, afin de pouvoir résoudre les questions suivantes :

» Première question. — *Comment ce phénomène se produit-il, et que voit-on lorsqu'il se forme?*

» Supposons un ou deux rideaux relevés du côté du quai et laissant écouler l'eau, puis six ou huit rideaux abaissés verticalement et formant barrage, et les rideaux suivants tous relevés. En d'autres termes, supposons six ou huit rideaux formant un barrage partiel de l'eau du Rhône, et les rideaux des extrémités relevés pour laisser passer l'eau par des ouvertures de près de 2^{m} de hauteur et 1^{m} environ de largeur. S'il y a sept rideaux baissés, cela fait un barrage d'à peu près $8^{m},12$.

» Tout à coup il part, des deux extrémités ouvertes de ce barrage (quelquefois d'une seule de ces extrémités), une colonne cylindrique d'air, *qui devient horizontale, ayant le même diamètre des deux côtés*. Ces colonnes se rejoignent en moins d'une seconde, en formant un très long fuseau con-

---

[1] M. Turrettini, l'auteur et l'organisateur principal, avec M. G. Naville et M. Chappuis, de cet admirable travail qui a tant contribué au bien-être de Genève, est venu me voir et m'annoncer ce fait curieux : nous avons pris jour pour aller le visiter ensemble; malheureusement, ce jour-là, nous avons regardé le courant pendant plus d'une heure, et le phénomène ne s'est pas produit.

Quelques jours après, passant à la place Jean-Jacques-Rousseau, par un temps calme et pluvieux, j'ai vu le phénomène se produire énergiquement, et j'ai passé près de deux heures à l'examiner. J'ai envoyé chercher M. Boissonnas, le photographe, qui en a reproduit plusieurs exemplaires, les uns vus perpendiculairement au fleuve et les autres vus depuis le quai et horizontalement.

tinu, qui aboutit aux deux extrémités ouvertes, et là, il descend et s'élargit dans l'eau qui s'écoule.

» La partie cylindrique de cette veine, sensiblement horizontale et continue, grossit quelquefois sur toute sa longueur, et elle peut atteindre plus de $0^m,1$ de diamètre par son contact avec les chaînes des rideaux. Cette partie horizontale n'est pas immobile : elle a un mouvement dans le sens horizontal, qui tantôt la rapproche du barrage et tantôt l'en éloigne à plus de 1^m. C'est là ce que l'on désigne, dans le peuple de Genève, sous le nom de *serpent d'eau*, et que nous désignerons par la *partie cylindrique de la veine*.

» J'ai voulu résoudre quelques questions importantes :

» 1° Quelle est la profondeur moyenne de cette partie cylindrique et horizontale?

» 2° Si l'on interrompt cette partie cylindrique, par une surface plane plus ou moins large, le phénomène peut-il se produire également?

» 3° Si l'on touche cette veine par un tube de métal, muni à sa partie supérieure d'un manomètre à très longues branches, qu'indiqueront les oscillations de ce manomètre?

» 4° Enfin, j'ai voulu chercher la longueur maxima de la partie barrée, que l'on me disait *ne pouvoir dépasser* $8^m,12$, parce que, au delà, elle n'avait pu se produire.

» Premièrement. — *Quelle est la profondeur moyenne de la veine horizontale?*

» J'ai fait plusieurs expériences pour obtenir cette profondeur moyenne, et j'ai trouvé environ $0^m,50$ de profondeur. Cette profondeur peut varier de quelques centimètres, en plus ou en moins.

» Deuxièmement. — Pour résoudre la seconde question, j'ai fait forger une pelle parfaitement plane et triangulaire, finissant en pointe, avec un manche de 3^m. Cette pelle a, dans la partie supérieure, une largeur de $0^m,33$; sa hauteur est de $0^m,34$. Les deux côtés sont inclinés et se réunissent en pointe. La surface de cette pelle a été placée dans le sens du courant, de manière à interrompre la veine.

» Si la veine ne frappait qu'une partie large de $0^m,03$ ou $0^m,04$, la partie cylindrique de la veine se déviait un peu et continuait à subsister; mais si l'on abaissait la pelle davantage, la veine cessait d'être continue et chaque partie s'écoulait lentement du côté des deux ouvertures qui terminaient le barrage.

» Troisièmement. — *Expérience faite avec des tubes à gaz, longs de* 3^m

et portant, dans leur partie supérieure, un manomètre dont les branches latérales avaient environ $0^m,50$ *de longueur.*

» On cherchait à atteindre, avec l'extrémité inférieure du tube en fer, la veine fluide qui oscillait horizontalement. Lorsque l'extrémité inférieure du tube pénétrait dans la partie centrale de la veine, on voyait le manomètre monter brusquement par une aspiration de $0^m,35$ à $0^m,40$ d'eau.

» QUATRIÈMEMENT. — *Quelle est la longueur maxima que peut atteindre le barrage?*

» J'ai dit que le barrage avait, dans ces expériences, une longueur de $8^m,12$. En portant cette longueur à $10^m,44$, le phénomène s'est montré presque aussi bien; en la portant à $12^m,75$ il s'est produit presque aussi facilement. En portant la longueur à $15^m,08$ le phénomène se produisait un peu plus difficilement; mais les deux extrémités se rejoignaient, et toutes les apparences étaient les mêmes. Enfin, en portant la distance à $17^m,42$, c'est-à-dire en abaissant quinze rideaux continus, il s'est fait deux tronçons, mais ils ne se sont pas rejoints, et ces tronçons ne duraient même qu'un instant.

» Voilà donc un fait nouveau et bien extraordinaire : cette veine d'air parfaitement cylindrique, de 1500^{cm} de longueur horizontale et qui par moment n'avait que 1^{cm}, ou même 5^{mm} ou 6^{mm} de diamètre.

» De plus, elle était formée par deux tourbillons horizontaux, *qui tous deux avaient leurs bouches à un niveau inférieur, dans la partie ouverte par laquelle l'eau s'écoulait.*

» On a fait divers essais pour colorer la veine, en employant des couleurs capables de la colorer fortement; on mettait ces couleurs dans de très petites boîtes et l'on attachait celles-ci avec une ficelle, puis on les projetait un peu en amont de la veine horizontale. En tirant un peu la ficelle, on voyait cette boîte, lorsqu'elle était prise par le courant rotatif, tourner avec rapidité en se rapprochant d'une des extrémités ouvertes; en même temps, la matière colorante contenue se répandait au dehors et colorait fortement la veine, dont les moindres mouvements étaient rendus parfaitement visibles. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Delaurier** adresse une nouvelle Note relative à ses procédés pour empêcher les explosions de grisou.

(Renvoi à la Commission du grisou.)

M. J. **Buffard** adresse une nouvelle Note relative à l'emploi de son hydro-alcoomètre, pour constater la pureté des liqueurs alcooliques.

(Renvoi à la Commission des alcools.)

M. **Faudrin** adresse une Étude sur la chlorose de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. J. **Retournard** adresse une Note relative à un nouveau système de machines locomotives, actionnées par l'air comprimé.

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Lévy.)

M. l'abbé **Fortin** adresse trois nouvelles Notes, contenant diverses prévisions du temps.

(Renvoi à la Commission nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *F. Casorati*, professeur à l'Université de Pavie.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Charlois (297), faites à l'équatorial coudé de l'observatoire d'Alger;* par M. F. Sy. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1890.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Planète — ✶. Ascension droite.	Planète — ✶. Déclinaison.	Nombre de compar.
Sept. 11...	$\frac{1}{3}\left(\text{Lal }\frac{43800-1}{2} + \text{W}_1\text{ n}^\circ 402 + \text{Lamont } 3905\right)$	8	−0.47,69 (m s)	−1′.21″,5	12:10
12...	Id.	»	−1.24,82	−2.24,8	12:12
13...	Id.	»	−2. 8,02	−3.39,9	10:10

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1890.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
Sept. 11.	22h.20m.59s,71	+2s,43	−9°.4′.12″,3	+12″,9	$\frac{1}{3}\left(\text{Lal }\frac{43800-1}{2} + \text{W}_1\text{ n}^\circ 402 + \text{Lamont n}^\circ 3905\right)$
12.	»	+2,43	»	+13,0	Id.
13.	»	+2,43	»	+13,0	Id.

Positions apparentes de la planète.

Dates 1890.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Sept. 11........	11h.28m. 0s	22h.20m.14s,45	8,817	−9°.5′.20″,9	0,801
12........	7.51.41	22.19.37,32	$9,532_n$	−9.6.24,1	0,778
13........	7.42.43	22.18.54,12	$9,540_n$	−9.7.39,2	0,778

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique des métaux.* Note de M. H. Le Chatelier.

« J'ai montré, dans une Communication précédente, le parti que l'on peut tirer des déterminations des résistances électriques pour l'étude, aux températures élevées, des transformations moléculaires des métaux. Je me propose aujourd'hui d'étendre les applications de cette méthode à une nouvelle série de métaux et alliages.

» Les métaux qui ne présentent aucune transformation moléculaire

avant leur fusion possèdent des résistances électriques dont la variation est une fonction linéaire de la température. En voici quelques exemples :

Résistance, en ohms, de fils de 1^{mm} de diamètre.

Pt...............	$0,140 + 0,000325\,t$	Cu + 10 pour 100 Sn.	$0,150 + 0,000109\,t$
Pt + 10 pour 100 Rh.	$0,335 + 0,000350\,t$	Cu + 20 pour 100 Ni.	$0,420 + 0,000110\,t$
Cu...............	$0,032 + 0,000101\,t$	Ag...............	$0,023 + 0,000105\,t$

» On remarquera que le cuivre, l'argent et leurs alliages ont un coefficient d'accroissement sensiblement identique et voisin de 0,000105 ; celui du platine et de ses alliages est trois fois plus grand. D'une façon générale, l'introduction de petites quantités de matières étrangères dans un métal élève sa courbe de résistance en la déplaçant parallèlement à elle-même.

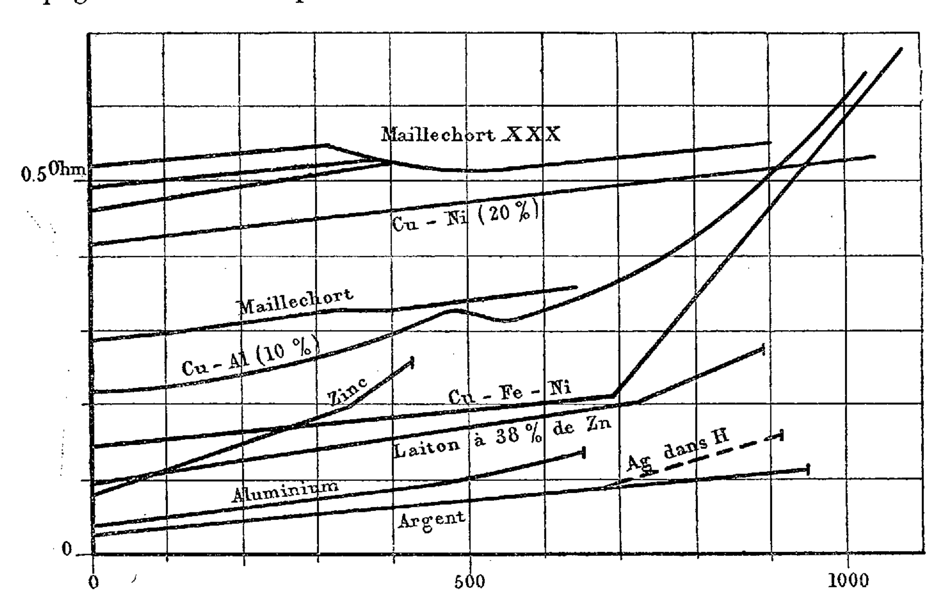
» L'argent a donné lieu à une particularité intéressante. Quand on l'a chauffé dans l'oxygène, sa courbe de résistance est restée parfaitement rectiligne, ses propriétés mécaniques n'ont pas été modifiées et son point de fusion a été trouvé égal à 945°, température pratiquement identique à celle de 954° donnée par M. Violle. Quand on l'a chauffé, au contraire, dans l'hydrogène, toutes ses propriétés se sont modifiées à partir de 650°; la résistance électrique s'est accrue plus rapidement que dans l'oxygène; le métal, après refroidissement, possédait une fragilité extrême : on ne pouvait plier sans les rompre des fils de $0^{mm},25$ de diamètre. Enfin, le point de fusion s'est abaissé à 915°. Le métal prend un aspect terne qui rappelle celui du palladium obtenu par la décomposition de son hydrure. Ces faits montrent que l'argent absorbe l'hydrogène au rouge. Je me suis assuré que la quantité d'hydrogène absorbé est insuffisante pour former une combinaison définie et que le métal n'en retient pas, après refroidissement, une quantité appréciable.

» Un grand nombre de métaux présentent, comme le fer, des transformations moléculaires brusques, se produisant à des températures bien déterminées. Les résistances électriques éprouvent, à ces températures, des variations brusques dans leur loi d'accroissement. Mais leur valeur absolue n'éprouve aucun changement en passant par un point de transformation, comme elle le fait aux points de fusion. Les courbes ci-jointes donnent différents exemples de ces phénomènes. Le plus net a été observé avec un alliage de composition Cu = 70, Ni = 18, Fe = 11. Les températures de

transformations moléculaires trouvées ont été, pour les trois métaux suivants :

Zn.	Laiton à 38 pour 100 de Zn.	Alliage Cu-Fe-Ni.
360°	720°	690°

» J'ai constaté directement sur le laiton que la transformation est accompagnée d'une absorption de chaleur latente considérable.



» Quelques alliages présentent des transformations moléculaires progressives, qui rappellent par leur allure celles que l'on observe dans les équilibres chimiques des solutions salines, dans les solutions de sels de chrome, de chlorure de cuivre, etc. La transformation n'est pas brusque, mais s'effectue, pour la majeure partie, dans un intervalle limité de température. Tel est le cas du bronze d'aluminium légèrement siliceux, dont la transformation se produit entre 550° et 650°. C'est au-dessus de cette dernière température que doit s'effectuer la trempe du métal. Mais c'est surtout dans le maillechort et les alliages de cuivre-nickel que cette particularité se présente à un haut degré. Lorsqu'on échauffe ces alliages, leur résistance décroît considérablement de 300° à 500°. Pour observer ce phénomène, il est indispensable de prendre un métal recuit et refroidi avec une lenteur extrême. On ne peut éviter la trempe du maillechort, d'une

façon à peu près complète, qu'en mettant plusieurs heures à lui faire franchir l'intervalle de température de 500° à 300°. La présence de petites quantités de matières étrangères semble également s'opposer à la transformation ; son amplitude, en tout cas, varie considérablement d'un échantillon à l'autre et peut même s'annuler complètement, comme dans l'échantillon Cu-Ni 20 pour 100, dont la résistance a été indiquée au début de cette Note.

» Les chiffres suivants se rapportent à trois échantillons choisis parmi une douzaine qui ont été expérimentés :

	0.	200.	300.	400.	500.	700.	900.
Cu 50, Ni 24, Zn 25	0,465	0,480	0,505	0,520	0,518	0,530	0,552
	0,495	0,513	0,527	0,525	0,518	0,530	0,552
	0,514	0,527	0,537	0,525	0,518	0,530	0,552
Cu 66, Ni 11, Zn 22	0,285	0,308	0,320	0,330	0,338	0,352	0,390
Cu 81, Ni 18	0,485	0,497	0,500	0,492	0,475	0,473	0,492

» Le premier de ces alliages est celui qui a donné la transformation la plus accentuée. Les trois séries de mesures ont été prises à l'échauffement sur des échantillons refroidis avec des vitesses différentes et, par suite, inégalement trempés.

» Ces expériences donnent la raison de ce fait, déjà signalé, que les résistances-étalons en maillechort s'altèrent à la longue; la grandeur de leur résistance s'élève. Cela tient à ce que les fils employés sont toujours partiellement trempés et se recuisent spontanément sous l'influence de faibles variations de température, d'actions mécaniques ou simplement du temps. On observe, avec les fils d'acier trempé, un recuit spontané analogue, qui se manifeste par une variation de résistance de signe contraire.

» Je donnerai dans un dernier Tableau les résultats obtenus avec les alliages de fer et de nickel. Certains d'entre eux présentent, à l'échauffement et au refroidissement, des résistances différentes, c'est-à-dire que les transformations produites par l'élévation de température ne sont pas immédiatement réversibles ; elles ne se produisent au retour que lorsque la température est revenue au voisinage de la température ambiante.

Teneur en nickel pour 100.	Température.	0.	200.	400.	600.	800.	1000.	Points de transformation.
5	Montante....	0,36	0,45	0,59	0,90	1,38	1,50	680° et 830°
	Descendante..	0,36	0,54	0,77	1,35	1,45	1,50	600°
25	Montante....	0,98	1,15	1,30	1,42	1,51	1,55	néant
	Descendante..	0,98	0,81	1,10	1,42	1,51	1,55	550°
35...........	Mont. et desc.	0,59	0,84	1,04	1,10	1,13	1,18	400°
50...........	Mont. et desc.	0,46	0,80	1,14	1,28	1,32	1,36	460°

» On remarquera que le fer, le nickel et leurs alliages présentent, aux températures supérieures à celle de transformation, une loi de variation de la résistance électrique qui est analogne à celle du platine et de ses alliages. Aux températures inférieures, la loi de variation est, au contraire, infiniment plus rapide. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'appareil excréteur de quelques Crustacés décapodes.* Note de M. **Paul Marchal**, transmise par M. de Lacaze-Duthiers.

« Après l'étude de l'Écrevisse, je passe à celle de quelques Décapodes marins, étudiés au laboratoire de Roscoff.

» *Homarus vulgaris.* — La glande antennaire est large, cordiforme. Sur sa face supérieure, s'étale le saccule, très aplati, aréolé et cloisonné à l'intérieur, de telle sorte que son système cavitaire représente d'élégantes arborisations, rayonnant autour de l'orifice du saccule. Cet orifice, situé en arrière de l'encoche antérieure qui donne à la glande sa forme cordée, est bordé de cellules claires, très hautes et de nature spéciale; il donne accès dans la seconde partie de la glande, à laquelle nous donnerons le nom de *labyrinthe*. Le labyrinthe forme la grosse masse de la glande située au-dessous du saccule et enchâsse complètement ce dernier, ne laissant de libre que sa face supérieure. Il est divisé en deux lobes, par une scissure qui ne se voit qu'à la face inférieure de la glande, le saccule la recouvrant en dessus. La branche externe de l'U ainsi formé communique, en arrière de son extrémité libre, avec le saccule par l'orifice déjà mentionné. La branche interne se recourbe en dessous, de façon à former un petit lobe de couleur plus blanche que le reste de la glande; le sommet de ce lobe vient se mettre en rapport avec l'extrémité terminale du canal vésical, où il dé-

bouche par plusieurs petits pores groupés en forme de crible, tout près du tubercule excréteur.

» Le labyrinthe est formé d'une multitude de canalicules extrêmement fins, s'anastomosant entre eux en tous sens, de façon à former un tissu spongieux très serré, dont les innombrables lacunes sont revêtues d'un épithélium à cellules striées, recouvertes par une cuticule. Au niveau du lobule blanc, les canalicules du labyrinthe s'orientent de façon à présenter une direction générale longitudinale; leur nombre se réduit peu à peu par fusionnement et, en fin de compte, ils aboutissent aux petits orifices mentionnés.

» *Palæmon serratus.* — Le saccule, petit, réniforme, est indépendant du reste de la glande sur laquelle il repose, et à laquelle il n'adhère qu'en son point de communication; son système cavitaire est formé d'une cavité centrale et de diverticules aréolaires, assez courts, qui s'y déversent. L'orifice de communication est large, bordé de cellules très hautes, granuleuses. Le labyrinthe, dans lequel il donne accès, forme en dessous du saccule une masse spongieuse arrondie, prolongée en arrière et en dehors en une sorte de queue; son réseau glandulaire présente des mailles fines et régulières; il communique en avant avec la vessie.

» Les deux vessies présentent de nombreux prolongements, qui se ramifient entre les différents organes et remplissent le labre. En avant de l'estomac, elles se réunissent pour former une *vessie sus-stomacale impaire*, présentant la forme d'un sac allongé, rectangulaire, à parois lisses.

» *Pagurus Bernhardus.* — Le saccule est ramifié : il y a, entre le saccule des premiers types et celui du Pagure, la même différence qu'entre un poumon de Reptile et un poumon de Vertébré supérieur. Le labyrinthe forme autour du saccule une mince substance corticale réticulée, épousant en partie les contours des ramifications du saccule, de sorte que l'ensemble de la glande est fortement mamelonné. Les vessies envoient de nombreux diverticules qui se ramifient, s'enchevêtrent, s'anastomosent entre eux, de façon à former des arborisations et des réseaux extrêmement riches, qui comblent les interstices des différents organes du céphalothorax. Un de ces prolongements mérite surtout l'attention : il descend le long de l'intestin et se réunit à son congénère du côté opposé, pour former dans l'abdomen une énorme *vessie abdominale impaire*, long sac placé superficiellement entre les deux lobes du foie.

» *Galathea strigosa.* — La glande, très aplatie, réniforme, est profondément découpée en plusieurs lobes, partagés eux-mêmes en de nombreux

lobules secondaires. Le saccule présente des ramifications bien plus développées que chez le Pagure, et sa forme générale est celle d'une glande en grappe aplatie. Le labyrinthe entoure le saccule et forme autour de chaque lobe une gaine glandulaire réticulée. Les ramifications du saccule, ainsi revêtues de leur gaine fournie par le labyrinthe, constituent les lobes de la glande. L'orifice de communication du labyrinthe, avec la vessie se trouve à l'entrée du canal vésical.

» La glande antennaire de la Porcellane présente une structure très comparable à celle de la Galathée.

» *Brachyures*. — Chez le *Stenorhynchus phalangium*, la glande est formée de deux sacs superposés : l'un supérieur, le saccule; l'autre inférieur, le labyrinthe. Ce dernier, réduit ici à un simple sac, communique en avant avec le saccule, le dépasse par son extrémité postérieure qui s'effile en pointe, et se termine par un orifice débouchant directement dans la vessie; les cellules de ce sac sont striées et revêtues d'une épaisse cuticule. La glande du Sténorhynque peut être considérée comme le schéma de la glande des autres Brachyures, dont la structure, en apparence fort complexe, peut se ramener à la description précédente. Chez les *Maia Squinado*, *Platycarcinus pagurus*, *Carcinus mœnas*, etc., le saccule se ramifie de façon à former de riches arborisations qui pénètrent à l'intérieur du sac inférieur (labyrinthe) et se coiffent de son épithélium interne, qui en épouse tous les contours comme le feuillet viscéral d'une séreuse. De plus, le sac inférieur est traversé par de nombreuses brides revêtues par l'épithélium glandulaire, de sorte que sa cavité se transforme en un réseau de lacunes communiquant entre elles.

» Il semble résulter de ce qui précède que le labyrinthe correspond à la substance corticale de l'Écrevisse; mais je préfère réserver les conclusions générales pour un prochain Mémoire.

» La vessie des Brachyures est remarquable par sa grande étendue. Chez les *Platycarcinus pagurus*, *Carcinus mœnas*, *Xantho floridus*, *Portunus puber*, etc., il y a une énorme arrière-vessie, communiquant avec le reste de la vessie par un étroit tunnel creusé sous l'insertion mobile de l'adducteur de la mandibule, et qui accompagne les lobes latéraux du foie, en longeant le bord libre du céphalothorax sur presque toute sa longueur. En avant, on remarque un grand lobe pair sus-stomacal. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence comparée des anesthésiques sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes.* Note de M. **Henri Jumelle** (1), présentée par M. Duchartre.

« Les radiations absorbées par la chlorophylle d'une plante vivante servent à l'accomplissement de deux fonctions distinctes : la première de ces deux fonctions consiste dans la décomposition de l'acide carbonique et la fixation du carbone dans les tissus, c'est l'assimilation chlorophyllienne ; la seconde produit la vaporisation d'une plus ou moins grande quantité d'eau, c'est la transpiration chlorophyllienne.

» Dans un précédent travail (2), j'ai montré qu'il existe une certaine relation entre ces deux fonctions. Si, par exemple, à la lumière, on entrave l'assimilation des parties vertes en privant la plante d'acide carbonique à décomposer, l'énergie des radiations qui auraient été utilisées pour cette assimilation se reporte sur la transpiration, qui est augmentée.

» Les recherches qui sont résumées dans cette Note confirment, par une méthode très différente, cette relation entre les deux fonctions chlorophylliennes. Elles font connaître, de plus, quelle est l'influence des anesthésiques sur la transpiration à la lumière et à l'obscurité.

» On sait, depuis les expériences de Claude Bernard, que les anesthésiques, comme l'éther ou le chloroforme, en agissant à une dose convenable sur les plantes, arrêtent la décomposition de l'acide carbonique. On a admis depuis, sans faire aucune expérience à l'appui de cette opinion, qu'il en est de même pour la transpiration chlorophyllienne.

» Mes recherches démontrent, au contraire, que les anesthésiques, loin d'arrêter la transpiration à la lumière, l'augmentent dans de fortes proportions. Les expériences ont été faites avec des feuilles de Chêne, de Charme, de Hêtre, de Pomme de terre, de Fougère Aigle.

» Pour chacune de ces plantes, j'ai déterminé la dose d'anesthésique, variable avec chaque espèce, qui, sans tuer la plante, arrête l'assimilation (3). J'ai trouvé, par

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) Henri Jumelle, *Assimilation et transpiration chlorophylliennes* (*Revue générale de Botanique*; 1889).

(3) La description de l'appareil qui m'a servi et les résultats détaillés de ces recherches seront prochainement publiés dans la *Revue générale de Botanique*.

exemple, que 4^{cc} d'éther versés dans une cloche de $2^{lit},5$ environ de capacité, reposant sur le mercure, suspendent l'assimilation des feuilles de Chêne. En effet, pendant une expérience de deux heures, ces feuilles, même au soleil, n'ont plus présenté que le phénomène général de la respiration, elles absorbaient de l'oxygène et rejetaient de l'acide carbonique. Pour prouver que la dose d'éther employée n'avait pas endommagé la plante, il suffisait de laver les feuilles à grande eau pour les débarrasser de l'éther; exposées ensuite au soleil, les feuilles dégageaient de l'oxygène; elles assimilaient normalement.

» Si l'on compare, pour un même poids sec de feuilles, les poids d'eau évaporée par des plantes ainsi anesthésiées et par d'autres plantes placées dans les mêmes conditions d'éclairement, mais non soumises à l'influence de l'éther [1], on trouve qu'au bout de deux heures les feuilles ont évaporé :

Avec de l'éther.................	$1^{gr},475$ d'eau
Sans éther.....................	$0^{gr},710$ »

» Les autres espèces m'ont fourni des nombres analogues. Donc, à la lumière, chez les feuilles anesthésiées, l'évaporation d'eau est plus grande que chez les feuilles normales de la même plante.

» On pourrait objecter que l'éther exerce peut-être sur la plante une influence particulière, qui détermine l'évaporation d'une plus grande quantité d'eau qu'à l'état normal, sans que cette évaporation puisse être rapportée à la transpiration chlorophyllienne.

» Pour répondre à cette objection, j'ai repris les expériences précédentes à l'abri de la lumière. J'ai trouvé que l'éther, loin d'augmenter la transpiration à l'obscurité, la diminue.

» Donc l'augmentation, à la lumière, de la transpiration chez la plante anesthésiée, est bien due à l'action exercée par l'éther sur les corps chlorophylliens dont elle suspend l'assimilation, puisque, à l'obscurité, quand cette action cesse de pouvoir se manifester, la transpiration de la même plante anesthésiée non seulement n'est plus augmentée, mais même est diminuée.

» Ces résultats contiennent une nouvelle preuve de la relation qui existe entre les deux fonctions chlorophylliennes. Dans le travail cité plus haut, j'avais arrêté l'assimilation en privant la plante d'acide carbonique; ici, j'arrête l'assimilation au moyen de l'éther. Dans les deux cas, la transpiration chlorophyllienne est augmentée.

» M. Wiesner, par d'autres méthodes, a montré que ce sont précisé-

---

[1] Les poids d'eau évaporée ont été déterminés au moyen de chlorure de calcium placé dans des coupelles, sous les cloches, et pesé avant et après l'expérience.

ment les radiations absorbées par la chlorophylle qui augmentent la transpiration à la lumière. Des nouveaux résultats que j'ai obtenus, on peut déduire, en outre, la confirmation de l'hypothèse que M. Wiesner a émise à ce sujet : l'eau est évaporée par la plante en plus grande quantité, parce que, aucune des radiations absorbées n'étant employée à la décomposition de l'acide carbonique, toute leur énergie se reporte sur la transpiration chlorophyllienne.

» *En résumé*, les faits nouveaux mis en évidence dans ce travail sont les suivants :

» Les anesthésiques augmentent la transpiration des plantes exposées à la lumière, lorsqu'on les fait agir à la dose qui suspend l'assimilation.

» Cette augmentation de la transpiration est due effectivement à l'action de l'éther sur les grains de chlorophylle exposés à la lumière, car l'éther agit en sens contraire sur le protoplasma, comme le démontrent les expériences faites à l'obscurité. »

M. G. Trouvé, en réponse à la Communication récente de MM. *Dumoulin-Froment* et *Doignon*, rappelle que la création de son gyroscope électrique remonte à l'année 1865; il a figuré à l'Exposition universelle de 1867, et a été décrit dans divers Recueils.

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 septembre 1890.

Théorie mathématique des assurances sur la vie; par E. Correa. Barcelone, imprimerie de l'Asile provincial de Charité, 1890; br. in-8°.

Table des matières des sujets traités au Comité de Mécanique de la Société industrielle de Mulhouse de 1826 *à* 1889; *dressée par* M. F. Poupardin. Mulhouse, Vve Bader et Cie, 1890; br. in-8°.

Mémorial de l'Artillerie de la Marine, 26e année, 2e série, tome XVIII, 3e et dernière livraison de 1890. Paris, Imprimerie nationale, 1890; 1 vol. in-8°.

Le système des éléments chimiques; par B. Tchitchérine. Moscou, 1890; br. in-8°.

Description des Mollusques fossiles des terrains crétacés de la région sud des hauts plateaux de la Tunisie, recueillis, en 1885 *et* 1886, *par* M. Philippe Thomas; *par* Alphonse Peron; première Partie. Paris, Imprimerie nationale, 1889-1890; 1 vol. in-8° et un atlas. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Bulletin de la Société d'Économie politique; n° 2, année 1890. Paris, Guillaumin et Cie; br. in-8°.

Revue des Sciences naturelles appliquées, publiée par la Société nationale d'Acclimatation de France, 37e année, n° 18; br. in-8°.

De quelques faits relatifs à la fièvre jaune. — Phlébite sus-hépatique ou hépatite intercellulaire. — Engouement fébrile pulmonaire; par le Dr Carmona y Valle; 3 br. in-8°.

Double taille périnéo-hypogastrique. — Extraction d'un couteau. — L'opération de Thiersch. — Contribution à l'étude des localisations cérébrales au point de vue de la clinique; par le Dr Rafael Lavista; 3 br. in-8°.

Inoculations préventives de la rage à l'institut du Conseil supérieur de salubrité de Mexico. — Contribution à l'étude de la cure de la phtisie. — Désarticulation de la hanche. — Le plateau central du Mexique (Mesa central), *considéré comme station sanitaire pour les phtisiques; par* le Dr E. Liceaga; 4 br. in-8°.

Bulletin of the United States geological Survey, nos 54-57. Washington, Government printing office, 1889; 4 vol. in-8°.

Eighth annual report of the United States geological Survey to the Secretary of the interior, 1886-87; *by* J.-W. Powell, Part I and Part II. Washington, Government printing office, 1889; 2 vol. in-4°.

Monographs of the United States geological Survey, volume XV, text and plates (*The Potomac or Younger mesozoic flora; by* W. Morris Fontaine). — Vol. XVI (*The paleozoic fishes of North America; by* John Strong Newberry). Washington, Government printing office, 1889; 3 vol. in-4°.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh, session 1889-90, vol. XVII; 4 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 15 septembre 1890.)

Note de M. *Sérullas*, Sur l'*Isonandra Percha* ou *I. Gutta* :

Page 425, ligne 26, *au lieu de* sæpius 5-locularis abortu, *lisez* 6-locularis, sæpius 6 loculis abortientibus obsoletis.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 SEPTEMBRE 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Van Tieghem** fait hommage à l'Académie de la 2e édition de son « Traité de Botanique ».

M. **Mascart** présente à l'Académie le 1er Volume des « Annales du Bureau central météorologique », pour 1888 (*Mémoires*).

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Théorie de la maladie infectieuse, de la guérison, de la vaccination et de l'immunité naturelle;* par M. **Ch. Bouchard**.

« J'ai pu déduire de faits expérimentaux, que j'ai communiqués déjà à l'Académie, des conclusions qui constituent une systématisation nouvelle de l'infection et de l'immunité.

» Si l'agent infectieux inoculé tombe dans un organisme animal qui est un milieu très bactéricide, il ne s'y développe pas, il ne survient pas de maladie; si l'animal vivant constitue un milieu très favorable, le microbe se développe immédiatement; si le milieu est modérément bactéricide, il y a dans la vie du microbe une première phase de dégénérescence; pendant un temps assez court, quelques quarts d'heure, sa multiplication est suspendue, mais il vit cependant et, par ses diastases, adapte à ses besoins la matière du tissu où il a été déposé; alors son développement entravé reparaît. Que le développement de l'agent pathogène soit immédiat ou qu'il ait été précédé par une phase de dégénérescence, la maladie commence. En même temps qu'ils se multiplient, les microbes sécrètent en quantité de plus en plus grande des substances chimiques dont les unes, agissant sur le système nerveux, provoquent les changements de la circulation ou de la calorification, la céphalée, le délire, le coma, les convulsions, etc.; dont les autres, impressionnant toutes les cellules du corps, changent leur type nutritif et, par leur intermédiaire, modifient la composition chimique des humeurs, qui peuvent ainsi devenir bactéricides. Ce dernier effet est tardif, mais il est durable. Les substances toxiques qui impressionnent le système nerveux ont une action plus rapide, mais plus fugace. Au nombre de ces actions rapides mais peu persistantes, se trouve la paralysie du centre nerveux vaso-dilatateur qui rend impossible la sortie des globules blancs en dehors des vaisseaux.

» Dès que le nombre des microbes est devenu suffisant pour que leurs produits de sécrétion constituent une masse qui n'est plus négligeable, les symptômes fébriles et toxiques apparaissent. L'état bactéricide n'existe pas encore; le phagocytisme seul pourrait venir au secours de l'organisme menacé; mais le phagocytisme est rendu impossible, parce que, en même temps que les autres substances toxiques, le microbe a sécrété la matière qui empêche la diapédèse. Ainsi, dans un milieu qui est encore chimiquement favorable à son développement, et protégé contre la plus importante des réactions cellulaires, le microbe continue à pulluler et à sécréter librement : l'intoxication augmente, la maladie s'aggrave, la mort peut survenir dans cette période.

» Mais, pendant ce temps, les matières qui changent la nutrition des cellules étaient sécrétées aussi, mais leur action plus lente ne se manifestait pas encore. A un moment, elles ont assez impressionné les cellules pour que leur type nutritif soit modifié, pour que les humeurs soient, comme conséquence, changées chimiquement. L'état bactéricide est un

effet possible de ce changement chimique. Il apparaît tardivement; mais, dès qu'il existe, la vie des microbes est impressionnée, leur pullulation se ralentit ou s'arrête, leurs sécrétions se suspendent. La matière qui s'oppose à la diapédèse, en particulier, ne vient plus paralyser le centre nerveux vaso-dilatateur. Alors les globules blancs sortent des vaisseaux et le phagocytisme détruit enfin les microbes déjà atténués par l'état bactéricide. C'est la guérison.

» La guérison est la première manifestation de l'immunité acquise. L'état bactéricide produit tardivement par l'imprégnation passagère des cellules mises au contact des matières vaccinantes persiste longtemps après l'élimination de ces matières. Si, chez le vacciné, cet état bactéricide est très prononcé, le microbe qui a produit la première maladie, introduit par une nouvelle inoculation, ne pourra pas végéter : il n'y aura ni infection générale, ni infection locale, l'immunité est absolue. Si l'état bactéricide est moins prononcé, il n'empêche pas la vie du microbe, mais il l'atténue, il amoindrit l'activité de ses sécrétions; l'une d'elles, en particulier, devient incapable de paralyser comme autrefois le centre vaso-dilatateur, la diapédèse n'est plus empêchée et le phagocytisme arrête et termine l'infection dans son foyer primitif. La lésion locale a été rendue possible et elle a empêché l'infection générale de se produire.

» L'immunité naturelle ne dépend pas de l'état bactéricide; elle résulte de la résistance plus grande que, dans certaines espèces animales, le centre vaso-dilatateur oppose aux matières paralysantes. La preuve, c'est que la diapédèse que provoquent normalement chez ces animaux certains microbes pathogènes pour d'autres espèces ne s'effectue pas si l'on injecte, avec la dose de virus à laquelle ils résistent, une dose plus forte de la substance chimique qui empêche la diapédèse. On constate alors que la diapédèse et, par conséquent, le phagocytisme ne se produisent plus; on constate de plus que l'infection générale se produit. »

CHIMIE. — *Sur l'absorption de l'oxyde de carbone par la terre.* Note de M. BERTHELOT.

« On a observé qu'après une explosion, il est dangereux de pénétrer aussitôt dans les galeries ou chambres de mine, et même dans les cavités creusées par les explosions des gros obus; des cas d'asphyxie ont été signalés plus d'une fois. Ils sont particulièrement à redouter avec les nou-

veaux explosifs dégageant de grandes quantités d'oxyde de carbone, tels que le coton-poudre comprimé ou la mélinite. C'est en effet l'oxyde de carbone, en raison de son caractère inodore et de ses propriétés vénéneuses si actives, qui a été la cause de la plupart des accidents observés dans des milieux assez riches en oxygène pour que les flammes y brûlassent aisément, et où l'air paraissait devenu respirable à la suite d'une première ventilation. Les témoins ont été portés à les attribuer à quelque propriété spécifique, en vertu de laquelle la terre retiendrait l'oxyde de carbone avec plus d'obstination que les autres gaz. Ayant été consulté sur cette question, il y a quelque temps, j'ai fait des expériences précises pour l'éclaircir.

» J'ai pris une terre argileuse, que j'ai laissée se dessécher à l'air libre, ce qui y a laissé seulement 2 centièmes d'eau (volatilisable à 110°), et j'ai déterminé d'abord quelle dose d'un gaz inerte, tel que l'air, elle était susceptible d'emprisonner, à la pression et à la température ordinaires : ceci revient à en déterminer la densité absolue au moyen du voluménomètre, densité que j'ai trouvée égale à 2,601 pour mon échantillon. La densité apparente était seulement 1,157. Elle varie d'ailleurs suivant le tassement et le degré d'ameublissement. En admettant le chiffre ci-dessus, on voit qu'un mètre cube de cette terre renfermait 559^{lit} d'air.

» J'ai placé dans un ballon un certain poids (220^{gr}) de cette terre, et j'y ai fait le vide à l'aide d'une trompe à mercure : le volume de l'air, extrait à froid (21°) de la capacité ([1]) qui contenait cette terre, a été trouvé égal à $149^{\text{cc}},2$ (à 21°, $h = 0^{\text{m}},743$). En portant le ballon à 100°, on en a extrait encore $0^{\text{cc}},3$ de gaz ([2]).

» Le même poids de la même terre, non chauffée, a été introduit ensuite dans le même ballon. On en a extrait l'air, à froid, à l'aide de la trompe; puis on y a fait pénétrer de l'oxyde de carbone pur, sous une pression supérieure de quelques millimètres à la pression atmosphérique. Au bout d'une heure de contact, on a établi l'égalité de pression avec l'atmosphère, refermé l'appareil, puis extrait l'oxyde de carbone. On a extrait, à 21° : $149^{\text{cc}},0$ (à 21°, $h = 0^{\text{m}},743$) d'oxyde de carbone, dont la pureté a été vérifiée. On a porté la terre à 100°, ce qui a fourni encore $0^{\text{cc}},3$ de gaz.

» D'après ces chiffres, le volume d'oxyde de carbone, emprisonné par la terre et restitué par elle est sensiblement identique au volume de l'air

---

([1]) Capacité dont 85^{cc} seulement étaient occupés par la terre.

([2]) Renfermant un peu d'acide carbonique.

emprisonné par la terre et restitué par elle; c'est-à-dire que la terre imprégnée d'oxyde de carbone, par l'effet d'une explosion, ne le retient pas en vertu d'une action spécifique propre à ce gaz. On ne connaît pas d'ailleurs de réactif capable de l'absorber dans ces conditions, comme on pourrait le faire pour l'hydrogène sulfuré, par exemple. Mais une ventilation convenable l'éliminera, pourvu qu'elle soit assez prolongée pour enlever entièrement un gaz dont les moindres traces sont dangereuses à respirer. »

CHIMIE. — *Sur l'acétylène condensé par l'effluve.* Note de M. **Berthelot.**

« Ayant eu occasion de condenser un certain volume d'acétylène pur au moyen de l'effluve, j'ai observé que le produit abandonné au contact de l'air, à la surface même des tubes condenseurs, pendant quelques semaines, absorbe des doses considérables d'oxygène, plus du quart de son poids : il se laisse alors détacher aisément du verre, sous la forme de pellicules jaunes, et à la façon d'un vernis résineux.

» Cette substance a continué à s'altérer spontanément dans le flacon où je l'avais placée, en déposant sur les parois, à distance, une matière charbonneuse, formée sans doute aux dépens d'un produit volatil lentement émis.

» Soumise à la distillation sèche, elle éprouve une décomposition brusque et comme explosive, d'apparence exothermique, en laissant un charbon abondant et en dégageant une très grande quantité d'eau, mélangée avec un acide (acide acétique impur, d'après l'odeur développée par la réaction d'un mélange d'alcool et d'acide sulfurique) et avec des liquides acétoniques, à odeur de caramel et semblables, sinon identiques, à ceux que produisent le sucre ou l'acide tartrique. Il n'y avait ni benzine, ni furfurol.

» La distillation en présence de la chaux sodée a fourni des produits plus simples et surtout de l'acétone.

» Ces observations montrent que la condensation de l'acétylène opérée par l'effluve est d'un caractère tout différent de celle qui est accomplie sous l'influence de la chaleur (non au rouge, comme on le dit quelquefois par erreur, mais vers 400° à 500°). En effet, la polymérisation pyrogénée de l'acétylène produit surtout de la benzine; mais elle a lieu avec une perte d'énergie très considérable ($+171^{Cal}$), ce qui explique la grande stabilité du produit. Au contraire, les produits condensés à froid sous l'influence

de l'effluve retiennent une dose d'énergie bien plus forte, comme l'atteste le caractère explosif, c'est-à-dire exothermique, de leur décomposition. Dès lors, ils sont beaucoup moins stables et plus voisins de la molécule de l'acétylène par leur constitution; l'acide acétique et ses dérivés s'y manifestant, précisément comme je l'ai déjà observé autrefois dans l'oxydation spontanée de l'acétylène à froid, en présence de l'eau et de l'oxygène. C'est aussi en raison de cet excès d'énergie que l'acétylène condensé se présente comme un corps éminemment oxydable dans les expériences présentes. »

ANALYSE SPECTRALE. — *Spectre électrique du chlorure de gadolinium.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« Quand on fait éclater l'étincelle de ma bobine d'induction, à long fil, sur la solution chlorhydrique de la gadoline, on obtient un beau spectre, composé surtout de bandes portant de nombreuses raies et dont plusieurs sont fortement dégradées vers le rouge.

» Avec la bobine à court fil de M. Demarçay et un très petit espace interpolaire, les bandes disparaissent, et il se développe un nouveau spectre composé de raies nettes, nombreuses et très brillantes. Avec la même bobine à court fil, mais les pôles étant éloignés l'un de l'autre autant qu'il est possible de le faire, le spectre de bandes se développe avec un éclat extraordinaire; c'est assurément un des plus beaux qu'on puisse voir. La réaction spectrale du Gd est donc très sensible.

» La description suivante, sommaire, mais suffisante pour l'identification du gadolinium, se rapporte au spectre fourni par l'étincelle de ma bobine à long fil éclatant sur une solution de chlorure acide :

	Mon micromètre.	λ.	Observations.
	89,4 à 89,5 vers		Commencement assez vague d'un large renforcement du fond, portant beaucoup de raies à peu près équidistantes, et une très grosse raie, ou petite bande, à contours vagues, surtout à droite.
α	91,23 env.	622,3	Milieu de la grosse raie, ou petite bande, très nébuleuse. Forte.
	99,50 vers		Fin vague de la partie très éclairée.
	100,70		Commencement nébuleux.
β	101,90	582,7	Milieu apparent d'une bande assez forte. Porte plusieurs raies peu distinctes.
	103,05		Fin nébuleuse, mais moins que le commencement.

	Mon micromètre.	λ.	Observations.
	104,65 env.		Commencement très nébuleux de la bande.
	105,14 env.	572,3	Raie d'intensité modérée sur le fond de la bande.
	105,74 env.	570,5	Raie assez bien marquée sur le fond de la bande.
	105,97	569,8	Milieu apparent d'une bande plus nébuleuse à G qu'à D. Assez forte.
γ	106,36	568,6	Raie assez bien marquée sur le fond de la bande.
	106,94	566,9	Raie plus faible que 105,74.
	107,07		Fin de la bande. Nébuleuse, mais moins que le commencement.
	109,5 à 110,0 vers		Commencement vague d'une bande presque plate. Un peu plus éclairée à G qu'à D. Ensemble bien marqué.
ζ	114,00 *vers*	546,4	Maximum de lumière, très peu distinct.
	122 à 123 *vers*		Fin très vague de la bande.
	124 à 125 *vers*		Commencement très vague d'une assez faible bande, dégradée de D à G.
	129,25 env.	510,1	Raie assez peu distincte. Termine la bande.
	136,00 vers		Commencement vague d'une bande très dégradée de D à G et bien marquée. Porte plusieurs raies s'affaiblissant vers la G; les trois suivantes sont les plus fortes.
ε	137,94	492,9	Raie très facilement visible.
	139,06	490,8	Raie assez bien marquée.
	140,18	488,8	Raie bien marquée. Termine la bande.
	145,75 *env.*	479,3	Raie un peu nébuleuse. Forme bord D d'une bande un peu dégradée vers la G et portant plusieurs raies. La bande se perd vers 142. Ensemble assez facilement visible.
	152,10 vers		Commencement vague d'une bande très dégradée à G et portant plusieurs raies qui s'affaiblissent vers la G. Ensemble très bien marqué. Les deux raies suivantes sont les plus fortes.
δ	155,80	463,3	Raie bien marquée.
	156,89	461,7	Raie très bien marquée. Termine la bande.
	159 vers		Commencement très vague d'une bande dégradée à G et portant plusieurs raies qui s'affaiblissent vers la G. Ensemble facilement visible.
	167,81	446,7	Raie facilement visible. Termine la bande.
	170,15 vers		Commencement très vague d'une faible bande dégradée à G et portant plusieurs raies indistinctes qui s'affaiblissent vers la G.
	175,60 *env.*	436,7	Fin nébuleuse, mais moins que le commencement.

» On voit, en outre, des traces de quelques-unes des principales raies

étroites du spectre de haute température, spectre qui est si développé quand on emploie la bobine à court fil sans allonger son étincelle.

» *Nota.* — Les positions ci-dessus indiquées ont été mesurées sur l'échelle *prismatique*. La λ, ainsi donnée comme correspondant à la position du centre prismatique d'une large bande, n'est donc pas identique avec la λ du centre de la même bande dessinée sur l'échelle normale des longueurs d'ondes. »

CHIMIE. — *Sur l'équivalent des terbines.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Dans une recherche antérieure (*Comptes rendus*, février 1886, p. 395), j'avais mesuré l'équivalent de ma meilleure terre Z_β (terbine d'un brun très foncé) en pesant le sulfate fourni par un poids donné de terre; j'avais alors obtenu, comme valeur minima : éq. = 124,7; PA du métal = 163,1. Mais je n'avais pas employé les corrections de poids dont j'ai parlé depuis (*Comptes rendus*, septembre 1888, p. 492, et septembre 1890, p. 410) et j'avais pesé la terre après simple calcination à une bonne chaleur rouge, ce qui laisse un peu incertaine la teneur en oxygène de suroxydation.

» J'ai repris cette détermination, toujours en pesant le sulfate provenant d'un poids connu de $Z_\beta^2O^3$, mais après avoir calciné la terre au blanc et étudié la marche des absorptions exercées par les matières à partir de l'extinction des feux. L'oxygène de suroxydation (bien moindre qu'après simple calcination au rouge) a été dosé et son poids déduit de celui de la terre. Je suis ainsi parvenu à un équivalent notablement plus bas :

	Éq	PA
Premier essai	122,63	159,95
Deuxième essai	122,01	159,01
Moyennes	122,32	159,48

» J'aurais désiré faire d'autres essais, afin d'obtenir une moyenne plus exacte, mais un accident m'a privé d'une portion de mon produit, déjà si peu abondant, et, avec les $0^{gr},07$ de terre qui me restaient, il eût peut-être été difficile d'améliorer mon résultat; je n'ai pu, depuis lors, mesurer que l'oxygène de suroxydation.

» La terre Z_β, calcinée à la chaleur blanche, dans un creuset couvert, mais sur la flamme oxydante d'un chalumeau à gaz, se dissout lentement à chaud dans l'acide chlorhydrique dilué; elle contient encore à peu près

$\frac{0,16}{100}$ d'oxygène de suroxydation; sa couleur a beaucoup pâli, quoique demeurant encore très jaune. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une nouvelle lampe de sûreté pour les mines.* Note de M. CHARLES POLLAK.

(Renvoi à la Commission du grisou.)

« Voici la description succincte de cette lampe :

» Une boîte rectangulaire en ébonite renferme des accumulateurs système Pollak (¹); elle repose sur un plateau métallique. Un couvercle en ébonite sert de support à une lampe à incandescence, qui est enfermée dans un cylindre en verre épais. Le tout est recouvert d'un chapiteau métallique, serré au moyen de boulons. Une feuille en caoutchouc doux, interposée entre le couvercle et la boîte, rend la fermeture hermétique. Dans le couvercle, sont noyées des tiges en métal inoxydable, qui le percent d'outre en outre; elles portent, sur leurs bases, des contacts en platine qui s'appliquent sur des contacts de platine des accumulateurs, et, sur leurs sommets, des ressorts, dont l'un est relié métalliquement avec un pied de la lampe. L'autre pied de la lampe est isolé et peut être mis en contact avec un pôle de l'accumulateur, au moyen d'une aiguille que l'on introduit dans un canal horizontal pratiqué dans le couvercle.

» Les contacts se trouvant à l'intérieur de la boîte et du couvercle, ni l'ouverture, ni la fermeture du courant ne peut déterminer d'explosion. Donc, la lampe peut être allumée ou éteinte dans une atmosphère inflammable. En démontant le système, ou en cassant le cylindre protecteur en verre, on amène l'extinction de la lampe.

» On charge la lampe, sans la démonter, au moyen d'une fourche qu'on introduit dans deux canaux pratiqués dans le couvercle.

» Le modèle existant pèse 1800^{gr} environ et donne, en moyenne, douze heures d'une lumière parfaitement constante, dont la puissance est de 0,7 à 0,8 de bougie. »

M. L. MIRINNY adresse une Note sur l'heure universelle.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

(¹) Présentés à l'Académie le 17 mars 1890.

M. **J. Péroche** adresse un Mémoire sur l'excentricité terrestre, au point de vue climatologique.

(Commissaires : MM. Faye, Daubrée.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Coggia (18 juillet 1890) et Denning (23 juillet 1890), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par MM. **G. Rayet**, **L. Picart** et **Courty**.

Comète de Coggia.

Dates 1890.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.	⋆.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Juillet 27.......	9.29.57,4	9.51.43,32	$\bar{1}$,660	52.26.35,4	—0,838	*a*	G. Rayet.
29.......	9.38.10,4	10. 1.58,68	$\bar{1}$,646	55. 9.15,1	—0,856	*b*	Courty.
Août 6.......	9. 9.17,6	10.38. 9,73	$\bar{1}$,648	61. 9.58,7	—0,823	*c*	Courty.

Comète Denning.

Dates 1890.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.	⋆.	Observ.
Sept. 14.......	9. 6. 0,5	15.49.20,89	$\bar{1}$,608	83.56.51,0	—0,780	*d*	G. Rayet.
15.......	8.39.49,9	15.50.14,08	$\bar{1}$,591	85.12.12,7	—0,780	*e*	L. Picart.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1890,0.

	Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a.	Argel. +37° n° 2031 (2 obs. de Lund)	9.53.20,57	—0,53	52.21.56,2	—5,28
b.	Weisse$_2$. H. IX n°s 1253-54	10. 0.55,94	—0,47	55.12.11,2	—5,05
c.	Argelander +29 n° 2090 (3 obs. Cambr.)	10.41.15,18	—0,32	61. 5.55,3	—4,64
d.	Weisse$_1$. H. XV n° 921	15.50.16,31	+0,61	83.58. 0,5	—3,78
e.	Weisse$_1$. H. XV n° 893	15.48.27,98	+0,59	85.14.22,3	—3,35

» Les observations de la comète Coggia font suite à celles qui ont été publiées dans les *Comptes rendus* du 28 juillet; celles de la comète Denning sont la suite de celles que renferme le *Compte rendu* du 15 septembre 1890. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches de thermo-électricité*. Note de MM. **Chassagny** et **H. Abraham**, présentée par M. Mascart.

« Au cours d'expériences sur la conductibilité calorifique des métaux, nous avons été amenés à reprendre d'une façon systématique l'étude des couples thermo-électriques comme appareils de mesure directe des températures.

» Les expériences que nous avons faites dans ce but se divisent en deux parties : 1° comparaison de plusieurs couples formés des mêmes métaux ; 2° variation de la force électromotrice d'un couple en fonction des températures des soudures.

» Voici les résultats de la première partie de cette étude :

» Les expériences ont porté sur des couples fer-cuivre, formés chacun d'un fil de fer de $0^{mm},5$ de diamètre et d'un fil de cuivre de $0^{mm},3$.

» Les fils ont toujours été tirés des mêmes bobines, dont la composition était, pour 100 parties : 99,7 de fer pur; 98,7 de cuivre pur. Les soudures ont été faites à l'étain, en évitant toute oxydation des fils. Elles étaient engagées dans des masses cylindriques en cuivre rouge, d'environ 10^{mm} de longueur sur 5^{mm} de diamètre.

» Les précautions les plus grandes ont été prises pour assurer, sur tout leur parcours, le bon isolement des fils, qui sont recouverts d'une triple couche de soie et enduits de gomme laque. Au voisinage des soudures, ces fils passent, en outre, dans des tubes de verre concentriques, à l'extrémité desquels de petits tubes de caoutchouc ou des montures à vis fixent les masses de cuivre en formant fermeture hermétique. On évite ainsi les dérivations et les actions chimiques que pourraient causer les bains liquides en contact avec les fils. L'échauffement des soudures se fait alors uniquement par l'intermédiaire des petites masses de cuivre.

» L'une des soudures est maintenue dans la vapeur d'eau bouillante, l'autre dans la glace râpée. Au reste, l'étuve et l'enceinte à glace sont toutes deux isolées, l'expérience ayant montré que l'*isolement complet de toutes les parties de l'appareil* est la condition nécessaire de la concordance des résultats.

» La méthode de mesure a consisté à opposer, à la force électromotrice à mesurer, une force électromotrice égale, en employant comme instru-

ment de zéro un galvanomètre Thomson assez sensible pour apprécier $\frac{1}{10000000}$ de volt dans une résistance de 100 ohms.

» La force électromotrice d'opposition était obtenue par une double dérivation prise sur le circuit d'un élément Gouy de grandes dimensions, placé dans une cave à température constante et fermé sur une résistance de 10000 ohms, quatre ou cinq heures avant les expériences.

» Immédiatement avant et après les mesures, qui duraient de une à deux heures, l'élément Gouy, toujours fermé sur 10000 ohms, était comparé à quatre étalons Latimer-Clark, à l'aide d'un électromètre capillaire donnant le $\frac{1}{10000}$ de volt. Ces quatre étalons avaient pour valeurs relatives, à 15° :

N° 1............	6366
N° 2............	6369
N° 3............	6360
N° 4............	6359

» L'élément Gouy a été trouvé constant pendant toute la durée des mesures.

» Les boîtes de résistance, soigneusement étalonnées et divisées en dixièmes d'ohm, étaient protégées par une enceinte feutrée, et les contacts auxiliaires maintenus par paires à la même température. Nous nous sommes assurés qu'aucune force électromotrice n'existait alors dans le circuit comprenant le galvanomètre, les résistances et les soudures, quand ces dernières étaient à la même température.

» Nous avons trouvé que les couples, aussitôt après leur fabrication, étaient déjà comparables au $\frac{1}{500}$. L'écart qu'ils présentent va d'ailleurs en décroissant et, au bout de quelques jours, surtout quand les soudures sont faites avec peu d'étain, cet écart est inférieur à $\frac{1}{10000}$, comme il ressort des nombres suivants, tirés d'une même série d'expériences, où les forces électromotrices sont rapportées à la valeur $1^{\text{volt}},435$ admise pour la moyenne des étalons Latimer-Clark :

A. — Couple datant de 8 jours.
B. — Couple datant de 2 mois.
C. — Couple datant de 2 jours.

Couples.	Heures.	Forces électromotrices entre 0° et 100°.
	h m	volt
A.............	3. 5	0,0010932
	11.12	0,0010932
B.............	3.21	0,0010933
	11.27	0,0010932
C.............	3.38	0,0010932
	11.48	0,0010933
A.............	3.58	0,0010933
	4. 3	0,0010933
B.............	4.22	0,0010933
	11.27	0,0010933
C.............	4.31	0,0010932
	11.41	0,0010932

» Il résulte dès maintenant de ces expériences que ces éléments thermo-électriques sont des instruments très comparables entre eux et qu'à ce titre ils peuvent servir utilement comme étalons de force électromotrice, leur concordance paraissant supérieure à celle des éléments électrochimiques.

» Dans une prochaine Communication, nous montrerons leur valeur comme thermomètres de précision entre 0° et 100° [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau type de dermatomycose.* Note de M. **Raphael Blanchard**, présentée par M. Bouchard.

« Peu d'êtres sont aussi répandus dans la nature que les Champignons du groupe des Mucédinées : le nombre de leurs espèces semble être immense, et partout, dans les conditions et les milieux les plus divers, leurs germes se trouvent dispersés. Ils ont donc constamment l'occasion

---

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

d'envahir l'organisme des animaux, et ce fait donne à penser que peut-être un bon nombre d'entre eux se sont adaptés à la vie parasitaire. Il n'en est rien cependant, du moins si l'on en juge d'après l'état actuel de la Science: en effet, on ne connaît encore qu'un nombre très restreint d'espèces parasites et pathogènes. Nous croyons donc intéressant de faire connaître à l'Académie que certaines Mucédinées, considérées jusqu'ici comme exclusivement saprophytes, et capables, en effet, de se reproduire indéfiniment à l'état libre, peuvent également envahir l'organisme d'animaux aussi élevés que les Vertébrés et déterminer chez eux de graves lésions.

» La démonstration de ce fait nous est donnée par l'étude que nous avons pu faire d'un Lézard vert, qui portait, dans la première moitié et à la face supérieure de la queue, trois grosses excroissances cutanées, sortes de verrues grisâtres, terreuses et fendillées à la surface. Bien qu'inégalement développées, ces trois tumeurs avaient le même aspect et présentaient la même structure; nous les décrirons en détail dans un travail plus étendu (1).

» De chacune d'elles, on sépare, par raclage, des lambeaux d'épiderme corné, qui se montrent envahis dans toute leur épaisseur par deux sortes de conidies. Les plus nombreuses, dont nous nous bornerons à parler ici, sont blanches, septées, ordinairement incurvées en croissant, et formées de deux à six cellules. Elles trouvent dans l'épiderme morbide, au sein même de la tumeur, des conditions favorables à leur évolution, puisqu'elles y grandissent; quelques-unes d'entre elles commencent même à bourgeonner. Ces conidies naissent sur des filaments mycéliens dont nous allons bientôt indiquer la situation.

» Les tumeurs présentent une structure tout à fait inattendue : la peau seule prend part à leur formation. A leur niveau, les squames dermiques se relèvent brusquement et présentent une épaisseur considérable : elles se transforment en longues papilles villeuses, qui vont en s'effilant, se renflent çà et là, ou présentent des arborisations latérales s'étalant en tous sens. A part cette hypertrophie, le derme a conservé sa structure habituelle; un riche lacis vasculaire se distribue dans ses parties superficielles. Le large et profond espace interposé aux crêtes et saillies qui se dressent à la surface du derme se trouve entièrement comblé par l'épiderme. La couche muqueuse a subi, elle aussi, un certain degré d'hypertrophie,

---

(1) *Mémoires de la Société zoologique de France*, t. III; 1890.

mais son épaississement n'est pas très apparent. En revanche, tout le reste de la tumeur est constitué par de grandes masses de tissu corné. Celui-ci est disposé par couches, entre lesquelles, dans toute l'étendue de la tumeur, on distingue nettement les conidies septées.

» Ces conidies dérivent d'un abondant mycélium, dont les grêles filaments s'observent dans la profondeur de l'épiderme : ils s'entre-croisent, s'insinuent entre les cellules de la couche muqueuse, et se montrent particulièrement abondants à l'intérieur de lacunes plus ou moins larges, creusées entre les couches muqueuse et cornée.

» Les conidies en croissant, ensemencées au mois de juillet, à la température du laboratoire, germent facilement dans les milieux les plus divers. Les plus belles cultures ont été obtenues sur des plaques de gélatine-peptone : autour de chaque spore se développent une foule de filaments très grêles qui s'enchevêtrent, se ramifient abondamment et forment une luxuriante colonie circulaire, large de 6^{mm} à 7^{mm}. Un jour après l'ensemencement, la colonie a atteint toute sa croissance; dès la fin du second jour, on assiste au développement des organes reproducteurs.

» Ceux-ci sont de diverses sortes. Outre les conidies acrogènes, de forme variée, développées à l'extrémité des filaments mycéliens et dont nous nous bornons ici à signaler l'existence, on peut constater la production de conidies semi-lunaires, qui naissent latéralement sur le mycélium, à la façon d'un bourgeon, et au voisinage immédiat d'une cloison transversale. Ces conidies restent d'ordinaire attachées au rameau qui leur a donné naissance, jusqu'à ce qu'elles aient atteint tout leur développement, fixées par une de leurs pointes. Elles sont identiques à celles que renfermait la tumeur; le mycélium qui les a produites est lui-même identique à celui de l'épiderme, si ce n'est que, plus abondamment nourri et moins gêné dans son expansion, il a végété plus richement. Ensemencées à leur tour, ces conidies donneront naissance à une culture toute semblable à celle dont elles dérivent.

» Voilà donc une Mucédinée qui est capable de se reproduire indéfiniment dans la nature, au moyen de conidies septées dont nous venons de constater l'origine. Cette même Mucédinée peut, dans certains cas spéciaux, devenir parasite chez les Sauriens et provoquer l'apparition d'une grave dermatose. Nous pensons que ce Champignon est normalement saprophyte, et que son passage à l'état parasitaire est véritablement exceptionnel. S'il n'en était ainsi, les grosses tumeurs cutanées qu'il détermine chez le Lézard auraient attiré déjà l'attention des naturalistes; or on peut affirmer que ces productions morbides constituent une rareté.

» Le Champignon qui nous occupe appartient au genre *Fusarium* Link, ou plutôt au genre *Selenosporium* Corda, ce genre résultant d'un démembrement du premier. Tous les végétaux de ce groupe sont fréquents dans la nature : ils sont saprophytes et croissent sur les matières organiques en

décomposition, principalement sur les plantes putréfiées; on en connaît deux espèces qui vivent aux dépens de débris animaux, mais aucune n'a encore été signalée comme parasite d'un animal vivant.

» C'est donc un fait très remarquable de voir une Mucédinée essentiellement saprophyte et putricole s'adapter si parfaitement à la vie parasitaire, chez un animal aussi élevé en organisation que l'est un Saurien, et déterminer chez celui-ci une maladie très grave, ayant une grande analogie avec les teignes des Vertébrés supérieurs, mais caractérisée par des lésions très spéciales.

» On a prétendu que les Champignons des teignes et du muguet étaient des espèces banales, habituellement saprophytes et capables de se fixer accidentellement sur la peau ou les muqueuses. Cette opinion n'est pas invraisemblable, mais aucun fait précis n'en a jusqu'à présent démontré la justesse. On conviendra que les observations résumées ici viennent plaider en sa faveur. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur les propriétés des principes colorants naturels de la soie jaune et sur leur analogie avec celles de la carotine végétale.* Note de M. **Raphael Dubois**, transmise par M. Chauveau. (Extrait.)

« D'après les recherches de Roard et de Mulder (voir *Dictionnaire de Chimie* de Wurtz, t. II, p. 1541), la coloration de la soie jaune serait due à une matière résinoïde contenant un pigment rouge insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, les huiles fixes et volatiles.

» En réalité, la soie jaune renferme divers principes colorants, dont plusieurs sont cristallisables; nous en avons extrait : 1° un principe colorant jaune d'or, soluble dans les solutions de carbonate de potasse, d'où il est précipité par l'acide acétique en excès, sous forme de paillettes très brillantes; 2° des cristaux maclés, d'une couleur jaune rouge à la lumière transmise et rouge brun à la lumière réfléchie; 3° une matière jaune citron, amorphe, qui se dépose, par évaporation à l'air libre, de ses solutions dans l'alcool absolu, sous forme de granulations arrondies; 4° des cristaux octaédriques jaune citron, ressemblant à ceux du soufre; 5° un pigment bleu verdâtre foncé très peu abondant et très probablement cristallisable.

» Le mélange des matières colorantes jaunes 2, 3 et 4, que nous n'avons pu jusqu'à présent isoler les unes des autres à l'état de pureté, en raison

de la quantité trop faible de matière sur laquelle nous avons opéré, présente des analogies remarquables avec la carotine végétale :

Carotine végétale.	*Matière colorante de la soie jaune.*
Cristallisable.	Renferme des principes cristallisables.
Rouge jaune.	Jaune rouge, rouge brun, jaune.
Se dissout dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, en donnant une solution jaune d'or.	Id.
Se dissout dans le sulfure de carbone : solution rouge brun.	Id.
Altérable à l'air et à la lumière.	Id.
Spectre continu.	Id.
Se colore en bleu par l'acide sulfurique. La coloration passe au vert et se décolore par addition d'eau distillée.	Id.

» Il est évident que la soie jaune naturelle doit, au moins en partie, sa coloration à une substance présentant les plus grandes analogies avec la matière colorante récemment extraite du *Diaptomus denticornis* par M. Raphaël Blanchard, qui la considère comme une *carotine d'origine animale* (voir *Mémoires de la Société zoologique de France*, t. III, p. 113; 1890). »

ÉLECTRICITÉ. — *Identité de structure entre les éclairs et les décharges des machines d'induction.* Note de M. **É.-L. Trouvelot**, présentée par M. Mascart.

« Pendant l'orage qui s'abattit sur Meudon, le 8 mai 1890, vers $6^h 30^m$ du soir, les éclairs, nombreux et très élevés, avaient presque tous une direction horizontale; plus tard, quand la pluie eut commencé, il s'en produisit de verticaux, allant de la nue à l'horizon. Ces éclairs horizontaux se distinguaient par une forme arborescente bien décidée, dont les nombreuses ramifications allaient, en s'atténuant, se perdre dans la nue. En général, ils se montraient isolément; mais, entre $6^h 50^m$ et $7^h 10^m$, on en vit plusieurs qui apparaissaient deux à la fois, et, venant de directions opposées, marchaient à la rencontre l'un de l'autre.

» Une paire de décharges, qui sous-tendait un angle de plus de 90°, apparut en face de moi, dans des conditions particulièrement favorables pour l'observation. L'apparition fut simultanée : deux points éloignés de

la nuée s'allumèrent au même instant, et deux masses éblouissantes de lumière se précipitèrent l'une vers l'autre en se divisant en nombreuses branches qui, elles-mêmes, se subdivisaient en branches plus petites. La rencontre, qui semblait inévitable, n'eut pas lieu cependant; mais il s'en fallut de bien peu, car un espace de moins de 10° séparait l'extrémité des branches opposées.

» Ces éclairs, qui venaient de se développer avec assez de lenteur pour permettre de bien en saisir les formes, furent pour moi une révélation. Ce n'étaient plus deux éclairs que j'avais sous les yeux, mais deux étincelles électriques, absolument semblables, sauf la grandeur, aux étincelles des machines d'induction, qu'une longue étude m'a rendues tellement familières qu'il me suffit d'un coup d'œil pour en reconnaître le caractère.

» Dans ces formes arborescentes, je reconnus avec certitude que celle qui était au nord, sous le vent, et dont les branches étaient sinueuses et ondulées, avait le type caractéristique des décharges du pôle positif des machines d'induction; tandis que celle qui était au sud, du côté du vent, et dont les branches zigzaguées subissaient de brusques déviations à angle droit, avait le type des décharges du pôle négatif.

» L'observation me paraît concluante : elle montre que, dans certains orages que j'appellerai *orages secs,* les décharges électriques nommées *éclairs* se conduisent à peu près comme celles de nos machines sur les corps peu conducteurs, et ont à peu près la même structure. Quand bien même il resterait des doutes sur les formes caractéristiques que j'ai observées, le fait même que deux éclairs ramifiés s'avancent à la rencontre l'un de l'autre, et s'approchent presque à se toucher, suffit pour prouver que les électricités qui les avaient provoquées ne pouvaient être que de noms contraires.

» Pendant cette soirée, je n'ai pu observer que fort imparfaitement, à cause de sa grande distance, l'éclair fulgurant qui unit la nue à la nue, ou la nue à la terre, par un trait de feu. Cependant, par analogie, comme par ce que j'ai pu voir depuis, aussi bien que par l'examen de nombreuses photographies d'éclairs, il ne me paraît pas douteux que ce genre d'éclair soit l'équivalent des décharges des pôles opposés des machines, quand elles se trouvent réunies par une brillante étincelle....

» De ces observations il résulte : 1° que l'éclair arborescent électrise la nue en se déchargeant sur elle, comme les décharges des machines électrisent la plaque sensible; 2° qu'il peut descendre, monter, aller horizontalement ou obliquement, en un mot, qu'il peut voyager dans toutes

les directions; 3° qu'il varie de forme selon que l'orage est sec ou mouillé, et est plus compliqué dans le premier cas. Enfin, la forme arborescente et compliquée de l'éclair ne se faisant pas sur un plan, mais à des distances variables, explique le bruit caractéristique du tonnerre [1]. »

M. H. Falcon adresse une Note « Sur l'ennéagone régulier ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 septembre 1890.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. Mascart, année 1888. I. *Mémoires*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; 1 vol. in-4°.

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse, publiés par la Commission géologique de la Société helvétique des Sciences naturelles aux frais de la Confédération. — Sixième livraison : *Monographie des Hautes-Alpes vaudoises; par* E. Renevier. Berne, Schmid, Francke et Cie, 1890; 1 vol. in-4°.

Traité de Botanique, 2e édition; *par* Ph. Van Tieghem. Paris, F. Savy, 1891; 2 vol. grand in-8°.

Sur la propriété caractéristique de la surface commune à deux liquides soumis à leur affinité mutuelle; par G. Van der Mensbrugghe. Bruxelles, F. Hayez, 1890; br. in-8°.

---

(1) Des photographies des décharges directes de l'électricité de la nue sur la couche sensible pourraient être d'une grande utilité pour l'étude de la foudre. Nous avons déjà fait quelques tentatives dans cette voie, mais sans succès, avec un ballon captif qui avait été gracieusement mis à notre disposition par M. le Commandant Renard, que nous sommes très heureux de pouvoir remercier ici.

Des expériences de ce genre auraient sans doute plus de chances de réussite, si elles étaient faites sur les stations élevées du globe.

Sur la rotation du Soleil; par N.-C. Dunér. Roma, 1890; br. in-4°.

L'essenza reale delle quantità ora dette immaginarie la rappresentazione diretta delle quantità complesse e la legge di continuità in Geometria; per Vecchi Stanislao. Parma, Rossi-Ubaldi, 1890; br. in-4°.

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1889, *uitgegeven door het koninkligh Nederlandsch meteorologisch Institut.* Utrecht, J. Van Boekhoven, 1890; vol. in-4°.

Verhandelingen rakende den natuurlijken en geopenbaarden godsdienst, uitgegeven door Teylers godgeleerd genootschap. Haarlem, de Erven F. Bohn, 1890; 1 vol. in-8°.

Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de koninklijke natuurkundige vereeniging in Nederlandsch-Indië, onder redactic van Jod. Heringa. Deel XLIX, achtste serie, deel X. Batavia en Noordwijk, Ernst et C°, 1890; 1 vol. in-8°.

Memoria del Ministro de Hacienda presentada al Congresso nacional en 1890. Santiago de Chile, Imprenta de *los Debates*, 1890; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 6 OCTOBRE 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des intégrales de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre;* par M. **Émile Picard**.

« 1. Je me suis occupé dans un travail récent (*Journal de Mathématiques,* 1890) de la détermination des intégrales des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes par leurs valeurs le long d'un contour fermé. J'ai tout d'abord obtenu le résultat suivant que je rappelle en me bornant aux équations linéaires, quoique j'aie examiné des cas plus généraux. Considérons l'équation

$$\text{(1)}\qquad A\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+2B\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}+C\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+2D\frac{\partial u}{\partial x}+2E\frac{\partial u}{\partial y}+Fu=0,$$

les coefficients dépendant seulement de x et y, et envisageons uniquement la région du plan où

$$B^2-AC<0.$$

» Une intégrale de cette équation, continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres à l'intérieur d'un contour fermé, est déterminée par ses valeurs sur ce contour, *pourvu que celui-ci soit suffisamment petit*. Tel est le premier théorème que j'ai établi; je l'ai depuis approfondi en faisant l'hypothèse que les coefficients A, B, ..., F sont des fonctions *analytiques* de x et de y. Il est naturel de se demander si toute intégrale de l'équation, continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres dans la région considérée du plan, est aussi une fonction analytique. *La réponse est affirmative;* c'est ce que je montre en recourant à l'expression de l'intégrale sous forme de série, telle qu'elle m'est donnée par les approximations successives qui ont joué dans mes recherches un rôle essentiel.

» 2. Nous allons maintenant supposer que l'équation ne renferme pas de terme en u, c'est-à-dire que le coefficient F soit identiquement nul. Prenons donc l'équation

$$(2) \qquad A\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} + C\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 2D\frac{\partial u}{\partial x} + 2E\frac{\partial u}{\partial y} = 0.$$

» On peut démontrer à ce sujet un théorème très précis. Ici, en effet, quand il s'agit de la détermination d'une intégrale par ses valeurs le long d'un contour fermé, on n'a plus à se préoccuper des dimensions du contour; *dans la région du plan où* $B^2 - AC$ *est négatif, il n'y a qu'une intégrale, continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres, prenant une succession donnée de valeurs sur un contour fermé.*

» On établit ce résultat en montrant que toute intégrale ne pourra posséder ni maximum ni minimum. Soit, en effet, (x_0, y_0) un système de valeurs de x et y qui correspondrait à un maximum ou un minimum. Nous pouvons développer l'intégrale u, qui est une fonction analytique, d'après la formule de Taylor

$$u = \varphi_0 + \varphi_n(x - x_0, y - y_0) + \varphi_{n+1}(x - x_0, y - y_0) + \ldots,$$

et l'on a $n \geqq 2$. Substituant cette valeur de u dans l'équation (2), on aura nécessairement

$$A_0\frac{\partial^2 \varphi_n}{\partial x^2} + 2B_0\frac{\partial^2 \varphi_n}{\partial x\,\partial y} + C_0\frac{\partial^2 \varphi_n}{\partial y^2} = 0,$$

en désignant par A_0, B_0, C_0 les valeurs de A, B, C pour $x = x_0$, $y = y_0$; on a d'ailleurs, par hypothèse, $B_0^2 - A_0C_0 < 0$. Le polynôme φ_n satisfait

donc à une équation analogue à celle de Laplace, à laquelle d'ailleurs il se ramènera en effectuant un changement linéaire de variables ; la fonction φ_n pourra donc s'annuler en changeant de signe. Il est donc impossible que u ait un maximum ou un minimum pour $x = x_0$, $y = y_0$. On en conclut de suite le théorème énoncé.

» Occupons-nous maintenant de la recherche de cette intégrale unique prenant sur un contour une succession donnée de valeurs. D'après le Mémoire cité plus haut, nous savons la trouver si le contour est suffisamment petit. Pour passer à un contour quelconque, il suffit de montrer que le procédé alterné de M. Schwarz peut être étendu à l'équation (2). Nous supposons donc que l'intégration de l'équation ait été faite pour deux contours C et C', ayant une partie commune, et nous nous proposons de montrer qu'elle pourra être effectuée pour le contour limitant extérieurement l'ensemble des deux aires. Désignons par β la partie du contour C intérieure à C', et par α la partie extérieure, et soit de même pour α' et β'. Nous pouvons supposer que les valeurs données de u sur α et α' sont positives, puisque u n'entre pas dans l'équation.

» Ceci posé, nous intégrons l'équation en considérant le contour C et formant l'intégrale, qui sur α prend les valeurs données et s'annule sur β ; soit u_1 cette intégrale. On intègre ensuite l'équation en considérant le contour C' et formant l'intégrale u'_1, qui prend sur α' les valeurs données et sur β' les mêmes valeurs que u_1. Nous revenons alors à C et formons l'intégrale u_2 prenant sur α les valeurs données et sur β les mêmes valeurs que u'_1, et nous continuons ainsi indéfiniment. Tous les u et les u' sont évidemment positifs et inférieurs à g et l'on a sur β'

$$u_1 < u_2 < \ldots < u_n < \ldots$$

et pareillement sur β

$$u'_1 < u'_2 < \ldots < u'_n < \ldots.$$

» Il est donc clair que u_n tend vers une limite déterminée en tous les points de β', et u'_n vers une limite déterminée en tous les points de β. Les fonctions u_n et u'_n ont des limites U et U' déterminées respectivement à l'intérieur de C et de C'. Ces deux fonctions U et U' satisfont à l'équation proposée, et elles coïncident à l'intérieur de l'aire limitée par β et β', c'est-à-dire de l'aire commune à C et C'. A l'aide des deux fonctions U et U', nous obtenons donc l'intégrale cherchée de l'équation (2).

» 3. C'est l'absence du terme en u dans l'équation (2) qui nous a permis de démontrer l'impossibilité d'un maximum ou d'un minimum pour

toute intégrale. Si l'on reprend l'équation complète (1), il semble qu'il ne subsiste rien des raisonnements du paragraphe précédent. On peut cependant établir un résultat très général, qui comprendra d'ailleurs le précédent comme cas particulier.

» Dans la région considérée du plan ($B^2 - AC < 0$), A et C sont évidemment de même signe; je dis que *si le coefficient* F *est de signe contraire à* A *et* C, *une intégrale sera complètement déterminée par ses valeurs le long d'un contour fermé*.

» Pour abréger, nous allons indiquer la démonstration pour l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 2D\frac{\partial u}{\partial x} + 2E\frac{\partial u}{\partial y} + Fu = 0.$$

F, par hypothèse, est négatif et ne s'annule pas dans la partie du plan que nous étudions.

» Nous devons montrer d'abord qu'*une intégrale u continue ne peut s'annuler le long d'un contour fermé sans être identiquement nulle*. La fonction u gardera un signe invariable dans le contour ou bien s'annulera le long de certaines lignes; dans le second cas, l'aire se trouvera partagée en plusieurs aires partielles, sur le périmètre desquelles l'intégrale s'annulera en gardant à l'intérieur un signe invariable. Prenons l'une d'elles, et supposons u positif à l'intérieur. Pour un point au moins (x_0, y_0), u devra passer par un maximum; soit u_0 la valeur de u en ce point. En développant u, nous avons

$$u = u_0 + u_n(x - x_0, y - y_0) + u_{n+1}(x - x_0, y - y_0) + \ldots.$$

n, qui est plus grand que l'unité, doit être nécessairement égal à *deux;* car, dans le cas contraire, l'ensemble des termes constants dans l'équation, après la substitution, se réduirait à $F_0 u_0$, en désignant par F_0 la valeur de F pour (x_0, y_0), et l'on devrait avoir $u_0 = 0$, ce qui est absurde. Nous avons donc $n = 2$, et la substitution donne

$$\frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_2}{\partial y^2} + F_0 u_0 = 0;$$

or, soit

$$u_2 = \alpha(x - x_0)^2 + 2\beta(x - x_0)(y - y_0) + \gamma(y - y_0)^2,$$

l'équation précédente se réduit à

$$2(\alpha + \gamma) + F_0 u_0 = 0.$$

D'ailleurs, α et γ sont de même signe, puisque (x_0, y_0) correspond à un maximum de la fonction. D'autre part, u_0 est positif et F_0 négatif; donc α et γ sont positifs. Mais il y a là une contradiction, car alors u_0 serait pour u non un maximum, mais un minimum; le théorème est donc établi. Les mêmes considérations démontrent que, si u est positif et inférieur à une quantité g sur un contour, on aura aussi à l'intérieur $u < g$.

» Le procédé alterné peut encore être employé ici avec succès. Pour le montrer, supposons d'abord que la succession donnée des valeurs soit positive. Nous pouvons faire les raisonnements du n° 2. Ceux-ci ne s'appuyaient pas, en effet, d'une manière nécessaire sur l'impossibilité d'un maximum ou d'un minimum, mais sur le fait suivant : quand deux intégrales u et v sont telles que le long d'un contour on ait

$$u \geqq v,$$

il en est encore de même de l'intérieur du contour. Ceci revient à dire que, si une intégrale est positive ou nulle sur un contour, elle sera positive ou nulle à l'intérieur. Il en est bien ainsi; car, si la fonction devenait négative, elle aurait un minimum u_0 pour un certain système de valeurs (x_0, y_0), et u_0 serait négatif. Reprenant alors les notations précédentes, nous avons encore

$$2(\alpha + \gamma) + F_0 u_0 = 0,$$

égalité qui nous montre que α et γ sont négatifs; (x_0, y_0) correspondent donc à un maximum, ce qui est absurde. Ajoutons que cette intégrale, positive ou nulle sur un contour fermé, ne pourra pas s'annuler à l'intérieur; car, si elle s'annule pour (x_0, y_0), ce point correspondra à un minimum. Mais, d'autre part, la substitution dans l'équation donne

$$\frac{\partial^2 u_n}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_n}{dy^2} = 0,$$

ce qui implique encore contradiction.

» Nous avons supposé que la succession donnée des valeurs était positive. Il n'y a aucune difficulté pour le cas général, puisque nous pouvons maintenant, par un changement de fonction, revenir au cas où il n'y a pas de terme en u. Soit, en effet, z une intégrale de l'équation restant positive (et non nulle) dans le contour et un peu en dehors; nous venons de voir qu'il existe de telles intégrales. Nous n'aurons qu'à poser $u = zv$, pour avoir une équation en v rentrant dans le type étudié au n° 2.

» Je citerai seulement comme exemple l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - a^2 u = 0.$$

» C'est par lui que j'ai commencé (*Acta Math.*, t. XII) mes recherches relatives aux déterminations des intégrales par leurs valeurs sur un contour fermé. On voit de quelle généralisation sont susceptibles les résultats si particuliers que nous avions alors obtenus. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les boules de feu ou globes électriques du tornado de Saint-Claude, d'après le Rapport de M.* Cadenat; par M. **H. Faye.**

« Les phénomènes mécaniques des trombes (ou tornados) sont aujourd'hui si bien connus que celles des 18 et 19 août dernier ne sauraient nous apporter d'importantes révélations à ce sujet. Leur étude détaillée n'en offrira pas moins un vif intérêt. Celle du 19 août surtout présente cette particularité d'avoir eu à traverser un pays de montagnes, et nous offre une excellente occasion d'étudier les modifications que la rencontre d'obstacles élevés, de vallées profondes, a introduites dans son mode d'action sur le sol, sans que sa trajectoire générale, dépendante de causes supérieures aux cimes du Jura, ait été modifiée ([1]). Il est clair que l'on doit rencontrer là, mais seulement en bas, des effets mécaniques sensiblement différents de ceux que présentent les ravages ordinaires d'un tornado dans des plaines unies ou peu accidentées comme celles des États-Unis. Il faudra pour cela que tous les détails de sa marche soient étudiés et comparés au relief du sol, comme on va le faire dans les cantons de Vaud et de Neuchâtel en Suisse, et comme on le fera certainement en France.

» Mais il est une autre question sur laquelle les récents tornados nous fourniront des documents du plus haut intérêt. On sait que la plupart des trombes ou des tornados sont précédés, suivis ou accompagnés d'orages à grêle, à averses, avec tonnerre, éclairs et traits fulgurants; mais il arrive

---

([1]) Il a pris en écharpe, dit M. Bourgeat dans son excellent Rapport du 1er septembre, les grandes arêtes du Jura, mais celles-ci ne l'ont pas sensiblement dévié. A Ronchette, à Saint-Claude, à Longchaumois, aux Arcets, il a franchi, comme d'un bond, des rochers de 300^m à 400^m, sans qu'il ait éprouvé d'autre effet que d'être momentanément découpé en deux.

aussi, plus rarement il est vrai, que d'autres phénomènes beaucoup moins connus s'y produisent et se mêlent aux manifestations ordinaires. M. Cadenat, professeur de Physique au Collège de Saint-Claude, ayant bien voulu m'adresser une Note où il faisait mention de globes électriques, je me suis empressé de lui demander des détails plus étendus à ce sujet. M. Cadenat vient de m'envoyer un Rapport complet dont j'extrais, pour les communiquer à l'Académie, les passages relatifs à ces étonnantes manifestations électriques qu'on n'observe guère que dans les orages accompagnés de trombes descendant à peu près jusqu'au sol. On pourra comparer ces faits à ceux que M. Arago a réunis dans sa Notice sur le tonnerre (*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1838) et à ceux que M. Mendenhall, superintendant U. S. Coast and Geodetic Survey, a publiés dans le numéro de février dernier de l'*American meteorological Journal*.

» Je demande la permission d'y joindre un bien ancien souvenir de famille. Pendant un violent orage de nuit, un de ces globes pénétra, probablement par la cheminée, dans la chambre d'une domestique, à côté de celle où ma mère et ma sœur s'étaient réfugiées. Elles ne virent pas ce globe, mais elles l'entendaient circuler avec un fort grondement. Heureusement la domestique, qui était couchée, dormait si profondément qu'elle ne se réveilla pas. Au bout de quelques instants, qui parurent bien longs, la boule passa par-dessous la porte en enlevant quelques copeaux de bois dont j'ai vu les traces, puis on l'entendit se diriger, par un long corridor, vers une fenêtre donnant sur une cour beaucoup plus basse; elle cassa le coin d'une vitre et tomba sur un amandier qu'elle brisa avec explosion. Le phénomène était si effrayant, ou du moins l'émotion fut si vive que ma sœur en garda une pâleur mortelle pendant des semaines entières.

» Chose bien remarquable, aux États-Unis les tornados sont rarement accompagnés de boules électriques pareilles à celles des tornados récents de Dreux ou de Saint-Claude, ou des tornados plus anciens d'Assonval (1822) et de Châtenay (1835) ; si rarement que, dans le concours ouvert l'an passé par les éditeurs de l'*American meteorological Journal* pour la théorie des tornados, les pièces couronnées ne s'en occupent pas et les mentionnent à peine. Cela tient peut-être à ce que les tornados américains se montrent le plus souvent en plein jour (4^h ou 5^h après midi) et que les météores susdits n'ont généralement qu'un éclat assez faible, tandis qu'en France les tornados des 18 et 19 août ont fait leur apparition la nuit ou le soir, à la nuit tombante.

» On sait que M. Gaston Planté a essayé de reproduire expérimentalement ces boules électriques. J'ai tenté moi-même d'en ébaucher une explication, il y a quatorze ans, dans ma Notice *Sur les orages et sur la formation de la grêle* [1], en les rattachant aux mouvements giratoires qui président invariablement aux phénomènes orageux. Quoi qu'il en soit, on ne saurait trop appeler l'attention des physiciens sur ces faits surprenants, où l'électricité se manifeste sous une forme si différente des décharges ordinaires des éclairs et de la foudre, et échappe totalement à l'action des paratonnerres. C'est peut-être, dans la nature purement physique, le seul phénomène qui se présente comme un être à part, sans rapport avec ce qui l'entoure et avec le lieu de son origine, tâtonnant comme s'il cherchait sa voie et doué pour cela d'une aptitude singulière à franchir les obstacles en les trouant, comme les tourbillons gazeux d'une explosion (Daubrée), ou en se déformant lui-même, comme les anneaux-tourbillons de Sir W. Thomson, jusqu'à ce qu'il vienne se briser sur d'autres obstacles lorsque les girations internes se sont ralenties, ou s'évanouir sans résultat apparent.

» Voici l'exposé du professeur de Physique de Saint-Claude :

» Parmi les phénomènes électriques qui ont accompagné la trombe, les plus fréquents et les plus sérieusement constatés sont les boules de feu. Tous les renseignements recueillis, aussi bien à Saint-Claude que dans les villages traversés par la trombe, sont absolument les mêmes et ne présentent aucune divergence. On peut citer quelques faits précis.

» Un paysan de Viry, rentrant chez lui avec son bétail et surpris par l'ouragan, voit une boule de feu qui descend rapidement. Saisi de frayeur, il se jette aussitôt par terre. Le globe lumineux frappe le sol, éclate avec fracas et le couvre de poussière. C'est le seul cas d'explosion constaté.

» Des habitants de *Vers l'Eau* et de *Samiset* ont vu des boules « grosses comme la tête », d'un rouge vif, s'avancer lentement vers des greniers, mettre le feu au foin et disparaître.

» A Saint-Claude, beaucoup de personnes, qui, au moment de l'ouragan, luttaient de pression avec le vent pour tenir leurs fenêtres fermées, ont vu des boules de feu de la grosseur « d'une boule de billard » emportées avec rapidité dans le sens de la trombe. D'autres, en très grand nombre, ont vu des globes de feu pénétrer dans leur appartement par les cheminées ou par les portes des fourneaux, et se mouvoir lentement dans les chambres en laissant derrière eux un sillage lumineux, légèrement courbé en spirale.

» M. Mermet, rue du Pré, a vu trois boules de feu descendre, derrière sa maison, dans une cour intérieure. Deux ont gardé un mouvement lent à quelque distance du sol. La troisième s'est abattue sur une barre de fer que le vent venait de projeter sur

---

[1] *Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1877.

le mur, un peu au-dessus d'une fenêtre. Puis elle a rebondi sur le sol et a marché à la surface de la terre l'espace de quelques mètres. Elle s'est engagée, en changeant brusquement de direction, dans un corridor où se trouvait un escalier descendant dans la rue. Arrivée à l'extrémité de l'escalier, la boule passa entre le mur et la porte qui se trouvait ouverte, détruisit en grande partie la serrure, enleva les ferrures de la porte et passa dans la rue en faisant un grand trou dans cette porte et en la fendant littéralement du haut en bas.

» A l'imprimerie de l'*Écho de la Montagne,* M. Enard, journaliste, a vu des boules de feu attirées par les pointes de fer d'une grille et sauter de pointe en pointe pendant toute la durée de la tempête (¹).

» M. Hytier, architecte, qui de son balcon a vu arriver le météore, a vu celui-ci sillonné en tous sens par de nombreux globes de feu.

» On a remarqué aussi un grand nombre d'étincelles qui remplissaient l'air.

» Il est probable que c'est à cause de cette forme particulière de la foudre que l'on n'a à lui attribuer aucune victime; car on peut affirmer qu'aucune des cinq personnes mortes n'a été foudroyée. J'oubliais de dire que M. Gauthier, professeur au *Sentier* (Suisse), me signale trois cas de foudre globulaire dans cette commune.

» Les dégâts matériels dus à la foudre globulaire sont intéressants à étudier. Ainsi, on signale plusieurs serrures faussées; on remarque aussi un grand nombre de trous circulaires pratiqués dans les vitres des devantures. Leur diamètre est, en général, de 8^{cm}; la cassure est franche, non étoilée, douce au toucher du côté de l'intérieur, et présentant vers le dehors une petite arête vive. L'épaisseur du verre, dans l'espace de 1^{cm}, va graduellement en diminuant vers le bord de la cassure. Quelquefois on voit, dessinée sur le verre, une série d'ondes concentriques au trou circulaire, d'une amplitude constante, et dont la hauteur va en décroissant vers le bord. Il y a donc eu tout autour un commencement de fusion. Cet effet se voit notamment au buffet de la gare....

» Pour terminer, je citerai les deux faits suivants, qui sont arrivés à l'usine à gaz dans les appartements du Directeur. Un rideau en fil de coton blanc a subi dans les fibres une certaine désorganisation. On ne distingue rien à la vue, mais au toucher le plus faible effort le transforme en une espèce de charpie. Je remets ci-joint un échantillon de ce rideau. Un second rideau jaune damassé a été blanchi par places vers le milieu. L'action décolorante de l'ozone est ici manifeste. Enfin une odeur de soufre caractéristique, due à l'ozone formé par la foudre, s'est répandue partout à la suite des globes de feu.

» Je remets sur le bureau de l'Académie, à titre de documents à consulter :

» 1° Le Mémoire de M. Cadenat et la Lettre qui accompagnait cet envoi;

» 2° Un graphique donnant, à l'usine à gaz de Saint-Claude, la pression

---

(¹) Ce phénomène se rapporte sans doute aux feux Saint-Elme, plutôt qu'à des boules électriques. H. F.

du gaz dans la conduite centrale (en colonne d'eau), ou plutôt l'excès de pression par rapport à l'atmosphère;

» 3° Le graphique du baromètre enregistreur de Morges (Suisse), dû à M. Forel;

» 4° La Carte d'État-Major de Saint-Claude, sur laquelle est tracée la trajectoire de la trombe d'Oyonnax au lac des Rousses;

» 5° La Carte du Ministère de l'Intérieur, donnant la trajectoire du lac des Rousses au lac de Joux;

» 6° Une Carte du canton de Vaud et de Neuchâtel, donnant la fin de la trajectoire. Ce dernier tracé est moins précis que les autres, faute de renseignements suffisants pour cette région;

» 7° Un morceau du rideau dont le tissu a été désorganisé par l'électricité;

» 8° Plus une série d'observations météorologiques du mois d'août, faites à Saint-Claude par le Principal du collège. »

Au sujet de cette Communication, M. **Mascart** émet l'opinion qu'il serait prudent de faire des réserves sur l'existence du tonnerre en boule, en tant que phénomène physique réel, au moins dans un certain nombre de cas où les propriétés de ces globes de feu paraissent tout à fait extraordinaires. Il y aurait lieu de faire la part des illusions d'optique et des erreurs de jugement auxquelles sont exposés les observateurs, dans l'appréciation de ces apparences dont la durée est toujours très courte.

S. M. **dom Pedro d'Alcantara**, présent à la séance, fait remarquer que, il y a près de quarante ans, voyageant à cheval dans la province de Rio-Grande du Sud, il a vu, de ses yeux, la foudre en boule tomber et parcourir les champs pendant quelques instants, puis éclater avec un bruit assez fort.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement du pendule de Foucault*. Mémoire de M. **de Sparre**, présenté par M. Resal. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Resal, Sarrau, Léauté.)

« J'ai donné les formules relatives au pendule de Foucault, d'abord dans ma Thèse, en 1882, puis dans un Mémoire publié peu après. Je reviens aujourd'hui sur cette question.

» Premièrement, si l'on étudie directement le mouvement du pendule de Foucault, l'intégrale qui détermine l'azimut φ du pendule appartient à la catégorie des intégrales singulières. En effet, tous les éléments de cette intégrale contiennent en facteur la vitesse angulaire ω de la rotation de la Terre, sauf ceux qui correspondent à des valeurs de l'angle d'écart θ, très petites, de l'ordre de ω; ces derniers éléments contiennent en facteur $\frac{1}{\omega}$ au lieu de ω; ils ont, par suite, une influence absolument prépondérante. Il est indispensable, pour être rigoureux, d'en faire une étude spéciale et approfondie; c'est le premier but que je me propose dans mon travail.

» Secondement, j'ai voulu établir les formules relatives au pendule de Foucault, directement, par les développements en série, et sans avoir recours à l'emploi des fonctions elliptiques, comme je l'avais fait dans les études précédentes.

» Troisièmement, j'ai pensé qu'il était utile, au point de vue des expériences qui pouvaient être faites, de se rendre compte de l'influence de la résistance de l'air, supposée proportionnelle au carré de la vitesse.

» Voici les résultats principaux auxquels je suis arrivé :

» On doit d'abord remarquer que, le pendule de Foucault décrivant non un plan, mais une courbe très aplatie, le plan d'oscillation n'existe pas, à proprement parler; mais, comme dans les études précédentes, j'appelle *plan d'oscillation* un plan qui tourne d'un mouvement uniforme pendant une oscillation autour de la verticale avec une vitesse angulaire d'ordre ω, et de telle façon que le pendule se trouve dans ce plan au commencement et à la fin de l'oscillation considérée.

» Le plan d'oscillation étant ainsi défini, et en désignant par θ_0 l'angle d'écart initial; φ_0 l'azimut du point de départ, compté à partir de la partie du plan du méridien dirigée vers l'équateur; λ la latitude du lieu, et posant

$$n = \omega \sin\lambda, \qquad m = \omega \cos\lambda,$$

on a, dans le vide, pour la vitesse de rotation $\frac{d\tau}{dt}$ du plan d'oscillation,

$$\frac{d\tau}{dt} = -n + \frac{n \sin^2\theta_0 + \cos\varphi_0(\theta_0 - \sin\theta_0 \cos\theta_0)}{4}\frac{G}{H},$$

où

$$G = \frac{3}{2} + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{4^2-1}{4} k^2 + \ldots + \left[\frac{1.3\ldots(2n-3)}{2.4\ldots(2n-2)}\right]^2 \frac{4n^2-1}{2n} k^{2n-2} + \ldots,$$

$$H = 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 k^2 + \ldots + \left[\frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots 2n}\right]^2 k^{2n} + \ldots,$$

$$k = \sin^2 \frac{\theta_0}{2},$$

les rotations étant comptées positivement dans le sens S.-E.-N.-O.

» Je fais voir de plus que cette vitesse de rotation ne peut être affectée d'une façon appréciable par les causes perturbatrices secondaires qui agissent sur le mouvement du pendule.

» Passant ensuite au mouvement du pendule dans l'air, j'établis les formules complètes pour ce mouvement, lorsque les amplitudes sont quelconques, et je fais voir que la durée de l'oscillation est très légèrement diminuée par la résistance de l'air, mais que l'influence de cette diminution est négligeable, au point de vue de l'expérience.

» Examinant enfin ce qui se passe dans le cas du pendule de Foucault, j'établis que la résistance de l'air a une influence indirecte sur la vitesse de rotation du plan d'oscillation, d'une part parce qu'elle diminue les amplitudes, et de l'autre parce qu'elle déforme la courbe décrite par le pendule, en faisant subir une diminution relative plus grande à l'angle d'écart maximum qu'à l'angle d'écart minimum, de telle sorte que la vitesse du pendule, qui est nulle à l'instant initial, ne l'est plus au commencement d'une oscillation quelconque.

» Si θ_p est l'amplitude pour la $p^{\text{ième}}$ oscillation, je trouve qu'en négligeant les termes en θ^4 la rotation du plan d'oscillation pour la $p^{\text{ième}}$ oscillation est représentée par

$$\frac{d\tau}{dt} = -n + \frac{3n}{16}(\theta_0^2 + \theta_p^2) + \frac{m\cos\varphi_0}{4}\theta_0^3,$$

et la moyenne rotation du plan pendant les p premières oscillations par

$$\frac{\tau}{t} = -n + \frac{3n\theta_0}{16}(\theta_0 + \theta_p) + \frac{m\cos\varphi_0}{4}\theta_0^3. \text{ »}$$

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1890-1891.

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, des Cartes suivantes publiées pendant le mois de septembre 1890 par le Service hydrographique de la Marine :

Numéros.

4381. Du cap Tourane au cap Batangan (Annam, mer de Chine).
4402. Ports Casilda et Masio (côte sud de Cuba, Antilles).
4413. Partie ouest du détroit de Bass (Australie).
4421. Approches de Greenspond-Port Pool (Terre-Neuve).
716. Annuaire des marées des côtes de France pour l'année 1891.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les figures planes directement semblables.* Note de M. **P.-H. Schoute**, présentée par M. Hermite.

« 1. La considération d'un quadrangle $OA_1A_2A_3$ de forme invariable, dont le sommet O est fixe, démontre le théorème suivant :

» Théorème I. — *Dans un plan qui contient deux figures directement semblables* F_1 *et* F_2, *on construit, sur le segment* A_1A_2 *de la droite qui joint deux points homologues* A_1 *et* A_2 *de* F_1 *et* F_2, *comme base un triangle* $A_1A_2A_3$ *directement semblable à un triangle* $B_1B_2B_3$ *donné. Si les points* A_1 *et* A_2 *parcourent les figures données* F_1 *et* F_2, *le troisième sommet* A_3 *décrit une troisième figure* F_3 *directement semblable à* F_1 *et* F_2. *Et les trois figures admettent deux à deux le même point double* O.

» 2. De ce théorème intuitif et très général, qui domine la théorie des figures directement semblables, découlent, comme cas particuliers, beaucoup d'autres en apparence plus compliqués. Nous en citons les suivants :

» Théorème II. — *Dans le plan des figures* F_1 *et* F_2, *il existe une troisième figure* F_3 *directement semblable à* F_1 *et* F_2, *de manière que le lieu du point d'intersection* P *des tangentes homologues* t_1 *et* t_2 *de deux courbes homologues quelconques* C_1 *et* C_2 *de* F_1 *et* F_2 *soit la podaire de la courbe homologue* C_3 *de*

F_3 *par rapport à un point déterminé, le point double* O *de* F_1 *et* F_2, *qui est en même temps le point double commun de* F_1, F_2, F_3.

» THÉORÈME III. — *De plus, il existe dans le même plan une figure* F_α *directement semblable à* F_1 *et* F_2, *de manière que l'enveloppe de la droite* t_α *par le point d'intersection* P *de* t_1 *et* t_2, *pour laquelle l'angle* (t_1, t_α) *est égal à un angle donné* α, *soit la courbe homologue* C_α *de* F_α. *Si* α *varie, les figures* F_α *forment un faisceau tangentiel (lieu des points correspondants* $P_\alpha =$ *un cercle, enveloppe des droites correspondantes* $d_\alpha =$ *un point) qui embrasse* F_1 *et* F_2, *et dont le point double* O *de* F_1 *et* F_2 *est le point double commun.*

» THÉORÈME IV. — *Dans le plan des deux figures* F_1 *et* F_2, *où l'on a fixé deux points homologues quelconques* A_1 *et* A_2, *il existe une figure* F_μ *directement semblable à* F_1 *et* F_2 *et un point* A_μ, *de manière que le lieu du point* P_μ *divisant dans un rapport donné* μ *le segment* P_1P_2 *de la droite qui joint la projection* P_1 *de* A_1 *sur la tangente* t_1 *de la courbe* C_1 *de* F_1 *à la projection* P_2 *de* A_2 *sur la droite homologue* t_2 *de* F_2 *soit la podaire de la courbe homologue* C_μ *de* F_μ *par rapport à* A_μ. *Le point* A_μ *se trouve sur* A_1A_2 *et divise ce segment dans le rapport donné* μ. *Si* μ *varie, les figures* F_μ *forment un faisceau ponctuel (lieu des points correspondants* $P_\mu =$ *une droite, enveloppe des droites correspondantes* $d_\mu =$ *une parabole) qui embrasse* F_1 *et* F_2, *et dont le point double* O *de* F_1 *et* F_2 *est le point double commun.*

» 3. Le dernier théorème admet une extension importante, qui le fait sortir hors du cadre des conséquences directes du théorème général mis en tête de cette Note. Si l'on remplace les deux points homologues A_1 et A_2, qui y entrent, par le point Q_1 de F_1 et le point R_2 de F_2 qui ne se correspondent pas, le point homologue de Q_1 de F_1 en F_2 étant Q_2 et celui de R_2 de F_2 en F_1 étant R_1, on trouve :

» THÉORÈME V. — *Dans le plan des deux figures directement semblables* F_1 *et* F_2 *et des points* Q_1 *et* R_2, *il existe encore une figure* F_μ *directement semblable à* F_1 *et* F_2 *et un point* S_μ, *de manière que le lieu du point* P_μ *divisant dans le rapport donné* μ *le segment* P_1P_2 *de la droite qui joint la projection* P_1 *de* Q_1 *sur la tangente* t_1 *de la courbe* C_1 *de* F *à la projection* P_2 *de* R_2 *sur la droite homologue* t_2 *de* F_2 *soit la podaire de la courbe homologue* C_μ *de* F_μ *par rapport à* S_μ. *Si* μ *varie, le point* S_μ *décrit une cubique circulaire et unicursale. Et les points de* F_1 *et* F_2, *homologues aux points* S_μ *des figures* F_μ, *parcourent les circonférences de cercle décrites sur* Q_1R_1 *et* Q_2R_2 *comme cordes et capables de l'angle des figures* F_1 *et* F_2 *formé par* Q_1R_1 *et* Q_2R_2.

» On sent que ce théorème n'est plus un cas particulier du théorème principal. En effet, les lieux des différents points P_μ de la droite P_1P_2 sont

semblables aux podaires d'une même courbe par rapport aux points d'une circonférence; ces lieux ne sont donc plus semblables entre eux, etc.

» 4. Les théorèmes que nous venons d'énoncer sont utiles dans un grand nombre de questions. Nous nous bornons aux deux problèmes suivants, qui exigent, dans la démonstration, l'emploi du dernier théorème :

» 1° *Deux points* P_1 *et* P_2 *se meuvent d'une manière continue sur un limaçon de Pascal à point double* O, *sous la condition que l'angle* P_1OP_2 *reste constant. Démontrer que le milieu du segment* P_1P_2 *décrit un limaçon.*

» 2° *Dans un plan, on donne quatre figures directement semblables, dont quatre droites homologues quelconques* d_1, d_2, d_3, d_4, *par leur intersection successive, forment quatre points concycliques. Démontrer que, si l'on fait envelopper les droites d des courbes homologues* C *des figures, les sommets, les milieux des côtés et des diagonales, le centre de gravité de masses déterminées placées aux sommets et le centre du cercle circonscrit du quadrilatère formé par les droites d'homologues parcourent tous des podaires de courbes semblables aux courbes* C. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de dosage de l'urée.* Note de M. **P. Miquel**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai dit antérieurement que, pour obtenir le ferment soluble de l'urée au moyen des bacilles urophages très actifs, il était utile d'additionner les bouillons de culture d'un peu de carbonate d'ammoniaque. Cette précaution a seulement pour but d'alcaliniser assez fortement le milieu, de façon à permettre à ces bacilles de croître aisément dans le liquide; à défaut de cette alcalinité, les ensemencements restent d'ordinaire inféconds.

» Mais, parmi les microbes urophages, beaucoup, notamment les microcoques et les sarcines, peuvent se développer dans le bouillon neutralisé et même légèrement acide; plusieurs de ces micro-organismes croissent uniquement au fond des vases en produisant des dépôts plus ou moins granuleux qui ne troublent jamais la limpidité de la liqueur, et la chargent d'une quantité élevée de ferment soluble. Ce sont ces liquides, d'une grande transparence, que l'on doit choisir de préférence pour le dosage de l'urée.

» S'il s'agit de doser simplement de l'urée tenue en dissolution dans de l'eau pure, l'opération est de la plus grande simplicité : on mélange à parties égales le bouillon diastasifère et la solution d'urée, on prend immédiatement un repère alcalimétrique, et le mélange est maintenu pendant

deux heures à 50° dans un vase à peu près plein et bien bouché à l'émeri. Au bout de ce temps, un second essai alcalimétrique fait connaître la quantité de carbonate d'ammoniaque produit et, par suite, le poids de l'urée primitivement contenu dans la solution.

» Quand le liquide à doser en urée est de l'urine ou un liquide organique, il est bon, si l'on veut éviter les causes d'erreur qui peuvent dépendre de l'absorption de l'ammoniaque, soit par des acides, sels acides, ou de la formation des sels ammoniacaux doubles, de traiter à chaud le liquide renfermant de l'urée par un léger excès de carbonate d'ammonium. La liqueur refroidie, filtrée si elle a donné des dépôts, est traitée comme les solutions d'urée dans l'eau pure.

» Cette méthode offre une très grande précision; une même urine, pour donner un seul exemple, normale, diluée au $\frac{1}{2}$, au $\frac{1}{3}$ et au $\frac{1}{4}$, a fourni les chiffres suivants : teneur en urée par litre : $12^{gr},71$, $12^{gr},70$, $12^{gr},71$. On comprendra d'ailleurs qu'il n'en peut être autrement, le ferment soluble de l'urée étant capable de déceler la présence de quelques centigrammes d'urée tenus en dissolution dans 1^{lit} de liquide.

» Si le poids de l'urée contenu dans les liquides à analyser atteignait 10 pour 100 ou 100^{gr} par litre, on devrait recourir à la dilution des liquides; car passée cette dose, l'urée devient toxique pour son ferment soluble, dont l'action est très faible sur les solutions à 20 pour 100, et nulle sur les solutions à 30 pour 100. Si pareil cas pouvait se présenter, on résoudrait la difficulté en étendant d'eau les liqueurs.

» Le carbonate d'ammonium ajouté préventivement en excès aux liquides impurs ou de nature organique, pour sauvegarder la quantité intégrale de carbonate d'ammoniaque produite ultérieurement sous l'influence de la diastase, ne gêne en rien le pouvoir hydratant du ferment soluble, qui s'exerce avec autant de rapidité et aussi complètement que si ce sel n'existait pas dans la liqueur. Le chlorure de sodium à faible dose, l'acide urique, les sels ammoniacaux et alcalins, les principes extractifs, l'albumine, le sucre à très haute dose ne faussent en rien ces dosages; on sait, au contraire, qu'il est loin d'en être ainsi quand on dose l'urée au moyen des agents chimiques qui ont la faculté d'en extraire l'azote sous la forme de gaz.

» Cependant, il existe plusieurs substances qui entravent l'action de la diastase qui nous occupe. Je me réserve de revenir sur ce sujet dans une prochaine Communication, où j'étudierai les propriétés de ce corps singulier. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Destruction du virus tuberculeux, par les essences évaporées sur de la mousse de platine.* Note de M. **Onimus**, présentée par M. Verneuil.

« Nous sommes arrivé à détruire la virulence du bacille tuberculeux par l'emploi d'essences évaporées sur de la mousse de platine incandescente.

» Sur des lapins et sur des cobayes, nous avons injecté des crachats de tuberculeux et, comme l'autopsie l'a démontré, ces animaux sont devenus tuberculeux. Sur d'autres lapins et sur des cobayes, nous avons injecté les mêmes crachats, que nous avions soumis préalablement à l'influence d'essences évaporées sur de la mousse de platine, et, à l'exception d'un seul, aucun de ces animaux n'a présenté de lésions tuberculeuses.

» Le dispositif de l'expérience est le suivant : on fait barboter, à l'aide d'un aspirateur, dans les crachats maintenus dans des tubes de Liebig, les produits qui se dégagent d'une lampe à mousse de platine entretenue incandescente par un mélange d'alcool et de différentes essences.

» Quelques essences, l'essence de térébenthine entre autres, ont l'inconvénient de produire du noir de fumée qui obstrue rapidement les pores de la mousse de platine; nous avons surtout employé les essences de thym, de citron, d'eucalyptus : celle de thym nous paraît la meilleure de toutes.

» L'évaporation de l'alcool seul suffit à atténuer la virulence; mais l'action est moins énergique qu'avec le mélange des essences. En effet, le lapin qui présentait des lésions tuberculeuses avait été injecté avec des crachats n'ayant subi que le contact des produits de l'évaporation de l'alcool seul sur la mousse de platine.

» Dans une autre série d'expériences, nous avons ajouté du naphtol au liquide à évaporer, mais nous n'avons constaté aucune différence dans les résultats, soit que les essences aient été employées seules, soit qu'elles aient été mélangées au naphtol.

» On sait que les essences possèdent une action antiseptique, mais celle-ci est considérablement augmentée par l'évaporation sur la mousse de platine incandescente. Il se forme de l'ozone et des produits d'oxydation qui ont, pour ainsi dire, l'énergie des corps à l'état naissant. Les propriétés des essences en sont tellement accrues qu'on dirait de nouveaux corps. Ainsi, tandis qu'il faut plusieurs heures pour que l'évaporation

ordinaire de ces essences détruise la fétidité de viandes altérées, il suffit de moins d'un quart d'heure pour obtenir le même résultat en employant la mousse de platine incandescente.

» De même, en plaçant du sang frais sous une cloche où fonctionne notre lampe, celui-ci, trois jours après, présente encore les globules rouges dans leur état normal, tandis qu'ils ont disparu dans ce même sang laissé à l'air libre. De plus, ce dernier sang injecté sous la peau de lapins ou de cochons d'Inde détermine la mort par septicémie, tandis que les injections du sang maintenu dans l'atmosphère des essences oxydées ne provoquent aucun accident.

» Il y a déjà deux ans que nous avons fait ces expériences sur la septicémie, et ce sont elles qui nous ont amené à essayer cette action sur la virulence du bacille tuberculeux. Pour atteindre ce dernier dans l'organisme, aucun procédé ne peut être aussi avantageux que celui qui permet d'introduire, à la faveur de l'air évaporé, les principes médicamenteux. Au moyen de leur évaporation sur de la mousse de platine, ils ne sont pas à l'état de vapeurs pouvant se condenser dès leur entrée dans les bronches, mais forment avec l'air un mélange intime.

» Pour bien démontrer qu'ils arrivent jusque dans les vésicules pulmonaires, nous avons ajouté, au liquide contenu dans la lampe, différentes substances dont l'absorption donne des symptômes typiques, telles que la morphine et la strychnine. Des rats et des cobayes auxquels nous avons fait respirer le produit de ces mélanges ont aussitôt présenté les accidents caractéristiques de ces substances.

» Une autre preuve de l'introduction dans les parties profondes du poumon des principes médicamenteux est la rapidité avec laquelle, chez les phtisiques à grandes cavernes et chez les malades atteints de pleurésie purulente avec perforation, les crachats sont heureusement modifiés et perdent leur mauvaise odeur au bout de fort peu de temps.

» Les maladies de la poitrine, et surtout la phtisie, sont des affections trop complexes pour que nous ayons la prétention de les guérir uniquement par ces procédés, mais nos expériences sur les animaux et des observations chez des malades nous autorisent à dire que l'évaporation de certaines essences sur la mousse de platine incandescente est le moyen le plus énergique et le plus pratique pour *panser* les lésions profondes du parenchyme pulmonaire. »

ZOOLOGIE. — *Sur la fécondation de l'*Hydatina senta *Ehr.* Note de M. **Maupas**, transmise par M. de Lacaze-Duthiers.

« En faisant connaître les premiers résultats de mes recherches sur la fécondation de l'*Hydatina senta* (1), j'ai commis une erreur que de nouvelles observations me permettent de corriger aujourd'hui. Cette rectification, d'ailleurs, loin de changer le fond de la question, la complète en la précisant et lui donne une portée plus générale.

» J'ai affirmé que, parmi les jeunes femelles accouplées en temps opportun, il en était un certain nombre chez lesquelles la fécondation n'avait cependant pas lieu, puisque, arrivées à maturité, elles pondaient les unes des œufs parthénogénétiques mâles, les autres des œufs parthénogénétiques femelles. J'aurais dû parler seulement d'œufs femelles. De nouvelles expériences m'ont, en effet, donné la certitude que, avec des accouplements effectués dans des conditions physiologiques parfaites, tant du côté de la femelle que du mâle, les seules Hydatines non fécondées sont toujours et sans exception des pondeuses de femelles.

» Pour obtenir cette démonstration, j'ai isolé 822 jeunes Hydatines, prises dans des générations différentes d'une de mes cultures. Sur ce nombre, j'en ai fait accoupler 342, sans les perdre de vue un instant, de façon à avoir la certitude que toutes s'étaient bien unies avec un ou plusieurs mâles. Or, 252 ont pondu des œufs fécondés ou œufs d'hiver et 90 des œufs parthénogénétiques femelles; soit 74 pour 100 des premières et 26 pour 100 des secondes.

» Comme contrôle de ces premières expériences, j'ai élevé, à l'abri de tout contact des mâles, les 480 autres jeunes Hydatines, sœurs des précédentes. Je les ai suivies jusqu'à la ponte de leurs premiers œufs. 361 ont pondu des œufs parthénogénétiques mâles et 119 des œufs parthénogénétiques femelles : soit 75 pour 100 des premières et 25 pour 100 des secondes.

» Ces femelles accouplées et non accouplées ayant été tirées des mêmes générations, sans choix et sans préférence d'aucune sorte, il résulte de la concordance entre la proportion de pondeuses fécondées de la première série et de pondeuses d'œufs parthénogénétiques mâles de la seconde, que ces dernières seules sont susceptibles de fécondation. L'accouplement demeure invariablement sans effet avec des pondeuses de femelles.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 310; 1890.

» Une seconde conséquence, non moins intéressante, découlant de la même concordance, c'est que l'état de pondeuse mâle et de pondeuse femelle est déjà déterminé avant l'éclosion des œufs parthénogénétiques femelles. Tout porte à croire que cette prédestination s'établit dès l'origine de chaque œuf, quand il se différencie et commence à s'accroître dans l'ovaire maternel. En tout cas, l'influence d'une nourriture plus ou moins abondante, pendant la période d'accroissement des jeunes Hydatines, se trouve nécessairement exclue. Je ne désespère pas d'arriver, par mes expériences, à en saisir le moment et les conditions déterminantes.

» Ces résultats jettent un jour nouveau sur la parthénogenèse, tant des Rotifères que d'autres animaux se multipliant par ce mode de reproduction. Nous avons reconnu que, chez les premiers, la karyogamie fécondatrice n'est plus possible qu'entre éléments germinatifs, dont l'un, le spermatozoïde, est le produit d'un mâle, tandis que le second, l'ovule, s'il se développe isolément, est fatalement prédestiné à devenir lui-même un individu mâle.

» Des faits semblables sont connus depuis longtemps chez certains Hyménoptères. Les œufs d'Abeille non fécondés donnent naissance à des mâles, et il suffit d'empêcher une jeune Reine de s'accoupler, pour la condamner à produire une lignée exclusivement composée de Faux-Bourdons. Il en est de même chez le *Polistes gallica*, chez les *Vespa holsatica* et *V. britannica*, chez les *Nematus ventricosus* et *N. pavidus*, ainsi que chez le *Pteromalus puparum*.

» Chez ces insectes, ainsi que chez l'Hydatine, il s'est établi entre leur parthénogenèse arrénotoque (productrice de mâles) et la karyogamie fécondatrice un rapport si nécessaire, que la seconde n'est plus possible sans la première. Il est fort probable que cette connexité absolue entre la parthénogenèse arrénotoque et la fécondation est encore plus répandue que nous ne le pensons, et que de nouvelles recherches la feront découvrir chez d'autres êtres à reproduction parthénogénétique.

» Voulant m'assurer si la fécondation croisée avait une influence particulièrement favorable, comme je l'ai constaté autrefois chez les Infusoires ciliés, j'ai donné, à de jeunes Hydatines, tantôt des mâles provenant d'une colonie étrangère, tantôt des mâles descendant de mères sœurs de leur propre mère. Chez les conjoints proches parents, comme chez les conjoints étrangers, l'accouplement et la fécondation se sont effectués avec la même facilité et le même succès. Dans les deux séries, toutes les pondeuses de mâles, sans exception et exclusivement, ont été fécondées et ont

pondu des œufs d'hiver. La fécondation croisée ne possède donc aucun avantage chez ce Rotifère. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Expériences de culture du blé dans un sable siliceux stérile.* Note de M. **Pagnoul**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Ces expériences, entreprises il y a deux ans sur l'œillette et l'année dernière sur le blé, ont été reprises cette année d'une manière plus complète, afin de mettre en évidence l'influence spéciale des divers éléments de l'engrais complet sur le rendement et sur la composition du grain.

» Quelques-uns des douze pots consacrés à ces essais avaient reçu préalablement, en mélange avec le sable, du sulfate de chaux et des phosphates naturels; les principes solubles ont ensuite été introduits, dans le cours de la végétation, à l'état de dissolutions titrées : de nitrate de soude, de sulfate d'ammoniaque, de superphosphate de chaux et de chlorure de potassium. Chaque arrosage introduisait ainsi, dans les vases destinés à les recevoir, $0^{gr},1$ d'azote nitrique ou ammoniacal, d'acide phosphorique soluble ou de potasse. Trente-deux arrosages ont été effectués. Les sulfocyanures existant dans certains résidus d'épuration du gaz d'éclairage employés comme engrais, le n° 7 a été destiné à rechercher l'influence de ces sels. $0^{gr},3$ d'azote employés sous la forme de sulfocyanure de potassium ont suffi pour tuer la plante. Les autres résultats sont résumés dans le Tableau suivant :

	Poids en grammes		Grains pour 100 de paille.	Matières azotées pour 100 de grains.
	de la paille.	du grain.		
1. Aucun engrais	10,440	3,350	32	8,968
2. Engrais complet, à azote ammoniacal.	82,240	32,160	39	20,781
3. Engrais complet, à azote nitrique	73,550	35,150	48	19,250
4. Engrais complet, sans superphosphate.	35,040	8,640	25	16,843
5. Engrais complet, sans phosphate naturel	52,240	31,550	60	18,481
6. Engrais complet, sans aucun phosphate	11,720	1,280	10	14,000
8. Engrais sans azote	18,880	7,750	41	8,856
9. Engrais complet, à azote ammoniacal avec magnésie	79,070	35,400	45	20,125
10. Engrais complet, à azote nitrique avec magnésie	56,200	26,940	48	17,281
11. Engrais complet, à azote ammoniacal, sans potasse	35,140	11,500	32	17,606
12. Engrais complet, à azote nitrique, sans potasse	49,360	25,960	53	15,312

» Les conclusions suivantes peuvent se déduire de ces chiffres.

» Les phosphates, surtout à l'état soluble, remplissent un rôle capital dans la production du blé. En rapportant, en effet, les résultats à l'hectare, on trouve que le rendement s'élève, en moyenne, à 46 quintaux avec les engrais complets; qu'il s'abaisse à 12 par la suppression de l'acide phosphorique soluble et à 2 par la suppression de tout acide phosphorique soluble ou insoluble. Leur présence ou leur absence modifie aussi d'une manière complète le rapport entre la production de la paille et celle du grain. On obtient, en effet, pour 100 de paille :

Avec l'acide phosphorique soluble.....	46 de grains
» l'acide insoluble...............	25 »
Sans acide phosphorique............	10 »

» Enfin, la suppression de l'acide phosphorique retarde d'une dizaine de jours la maturité de la plante.

» La présence et l'absence de l'azote dans l'engrais n'ont pas entraîné d'aussi grandes différences, probablement parce que la plante a pu en prendre une certaine quantité à l'air et aux eaux de pluie. Ainsi la suppression de l'azote seul n'abaisse le rendement que de 46 à 11. Les essais destinés à comparer l'azote nitrique avec l'azote ammoniacal ne donnent qu'une légère supériorité à l'azote nitrique dans l'engrais complet; mais si la potasse est absente, comme dans les n°s 11 et 12, le rapport des rendements est du simple au double. La potasse est donc surtout nécessaire dans les engrais à azote ammoniacal.

» La richesse du grain en matières azotées augmente avec la proportion d'azote mise à la disposition de la plante. Elle descend, en effet, à 8 ou 9 pour 100 dans les plantes à engrais sans azote, tandis qu'elle s'élève jusqu'à 20, c'est-à-dire bien au-dessus du maximum ordinaire, dans celles qui ont reçu l'engrais complet dont la richesse en azote assimilable était plus grande que celle de nos sols les plus fertiles.

» Quelques plantes ont été réservées pour la recherche de l'azote sous les deux formes nitrique et ammoniacale. L'azote nitrique n'a jamais été trouvé en quantité bien appréciable dans les plantes privées d'azote; il s'est élevé jusqu'à 200^{mgr} pour 100^{gr}, surtout en février et mars, dans celles qui avaient reçu de l'azote aussi bien sous forme ammoniacale que sous forme nitrique. Il y a eu exception pour celles du n° 11, qui avaient été privées de potasse, et dont le rendement s'est trouvé très faible. L'azote nitrique n'y a jamais été obtenu en quantité très appréciable. On a pu y

constater, au contraire, des traces sensibles d'azote ammoniacal, tandis que la présence de l'ammoniaque est toujours demeurée fort douteuse partout ailleurs.

» L'azote ammoniacal peut donc être assimilé par les plantes, lorsque la fermentation nitrique fait défaut; mais il paraît être, sous cette forme, notablement inférieur à l'azote nitrique, au point de vue de l'alimentation de la plante. »

MINÉRALOGIE. — *Observations sur le rôle du fluor dans les synthèses minéralogiques.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« Aux faits déjà si nombreux qui témoignent des propriétés minéralisatrices du fluor, je demande à ajouter quelques résultats récemment obtenus, en un temps très court et à l'aide d'une température relativement peu élevée, au laboratoire de Géologie du Muséum.

» Préoccupé d'obtenir une imitation des minéraux feldspathiques, j'ai soumis à un simple feu de coke, dans un petit creuset de graphite, un mélange composé de 32 parties de silice calcinée, de 8 de potasse fondue et de 44 de fluorure d'aluminium. Le combustible ne fut pas renouvelé, et le produit, laissé à refroidir avec le fourneau, fut retiré au bout de quelques heures. Contrairement à ce que donne la fusion du feldspath ou de ses éléments, le culot n'était pas entièrement vitreux et la cassure y montrait déjà un reflet soyeux, indice certain d'une structure cristalline.

» En lame mince, en effet, on voit dans la masse une foule de grains très actifs sur la lumière polarisée. Ce sont d'abord des aiguilles ayant les propriétés de la *sillimanite* et dont les dimensions très variables atteignent fréquemment $0^{mm},11$ en longueur et $0^{mm},014$ en largeur. Avec ces cristaux, qui s'éteignent sous des angles atteignant 35°, se présentent, en extrême abondance, des lamelles hexagonales fréquemment empilées et qui sont d'une très grande minceur : elles consistent en *tridymite*, ou quartz rhombique, dont la reproduction est intéressante dans les conditions de l'expérience. Peut-être résulte-t-elle, conformément à l'opinion courante, d'une décomposition, sous l'influence des émanations fluorées, d'un minéral antérieur, de nature silicatée. Ajoutons que, dans la masse vitreuse générale, se montrent des inclusions variées et des amas globuliformes de matière peu transparente.

» Une seconde série d'expériences a consisté à tenter la reproduction

de l'*anorthite*, en substituant, dans le mélange précédent, la chaux à la potasse. Les proportions employées furent : 43 parties de silice, 20 de chaux et 60 de fluorure d'aluminium ([1]). Le produit eut à peu près le même aspect que le précédent; vitreux en masse, il avait encore un reflet très chatoyant sur les cassures, et la ressemblance intime se poursuit dans la constitution microscopique. Dans les lames minces, on observe encore ici, en effet, les aiguilles de sillimanite associées aux lamelles de tridymite dans une gangue vitreuse générale.

» Comme on voit, il semble que la matière alcaline ou alcalino-terreuse, potasse ou chaux, n'intervienne pas dans la production des éléments cristallisés, et cependant son rôle est certainement des plus actifs. Il est légitime de rattacher la séparation de la tridymite à une sorte de contrecoup de sa présence; car tout le monde sait que H. Sainte-Claire Deville, en soumettant à une haute température un mélange de silice et de fluorure d'aluminium, a obtenu exclusivement la sillimanite, ou un composé voisin, sans trace de quartz.

» A cet égard, il est important d'ajouter que le résultat de l'expérience est tout autre, si, sans rien changer au mode opératoire, on fait intervenir à la fois la potasse et la chaux. Un mélange de 26 parties de silice calcinée, de 12 de chaux, de 2 de potasse et de 25 de fluorure d'aluminium, m'a donné une matière éminemment cristalline, où abondent, en lames minces, les formes caractéristiques du *feldspath labrador*. Ces cristaux, observés dans le sens de l'allongement, donnent avec précision l'angle de 30° pour l'extinction maxima. Beaucoup sont maclés suivant la loi de l'albite, et les plus grands renferment souvent des inclusions sphéroïdales. Parmi ces derniers, il en est qui affectent la disposition en trémies et comprennent des vides polyédriques, de la catégorie des cristaux négatifs. Le verre interposé renferme des filaments qui se rattachent peut-être à la série de la sillimanite.

» On peut, dans des tentatives du genre de celles qui nous occupent, faire intervenir le fluor autrement qu'à l'état de fluorure d'aluminium intimement mélangé aux éléments du minéral à reproduire. J'ai vu des cristallisations très nettes avoir lieu comme conséquence de la fusion de ces éléments au sein d'une brasque de cryolithe. En voici, entre autres, deux exemples concernant la *néphéline* et la *leucite*.

» Pour la *néphéline*, j'ai fait fondre dans un creuset brasqué de cryolithe, un mé-

---

([1]) C'est le double de la quantité théorique.

lange composé de 22 de silice, 17 d'alumine, 0,2 de sesquioxyde de fer, 8 de soude, 2 de potasse et 1 de chaux. Le tout, bien tassé, a été recouvert d'un lit peu épais de cryolithe en poudre très fine; le creuset est placé au centre d'un fourneau à réverbère rempli de coke et où le combustible n'est pas renouvelé.

» Le culot est d'un gris foncé, grenu et cristallin, montrant sur ses cassures d'innombrables facettes brillantes, très visibles à la loupe. L'examen microscopique d'une lame mince y révèle, dans une masse générale vitreuse pleine d'inclusions et renfermant beaucoup d'aiguilles de sillimanite, un grand nombre de prismes très limpides, à sections de rectangles et d'hexagones, ayant toutes les propriétés de la néphéline. L'éclat vitreux ou résineux, les indices de clivage, suivant les faces m et p, se joignent à la forme extérieure pour rendre la ressemblance complète. Ces prismes mesurent souvent $0^{mm},15$ de longueur et $0^{mm},09$ de largeur.

» Enfin, pour la *leucite* ou *amphigène*, le succès a été également très net et rapidement obtenu. Le creuset brasqué de cryolithe a reçu un mélange formé de 27 parties de silice, 12 d'alumine et 10 de potasse. Le culot produit, vitreux en partie, est à première vue tout plein de grains cristallins. Au microscope, ses lames minces présentent, dans une matrice amorphe, de longues aiguilles incolores, analogues à celles qui ont été mentionnées précédemment, et une multitude de petits corps globulaires tout à fait caractéristiques et remplis d'inclusions. Ce sont des grains de leucite, reproduisant, presque dans les détails les plus intimes, les cristaux renfermés dans les amphigénites naturelles et présentant comme eux les contours de polyèdres à faces courbes.

» En résumé, l'intervention des fluorures rend la synthèse du labrador, de la néphéline et de la leucite remarquablement facile et rapide, et supprime la nécessité de très hautes températures et de très longs recuits. J'aurai à revenir sur d'autres résultats du même genre. »

M. **Rey de Morande** adresse une Note sur la structure géologique de la France centrale.

M. E. **Le Rey** adresse une Note sur un nouveau mode de préparation de l'acide chlorhydrique pur, fondé sur la liquéfaction du chlorure d'arsenic.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 octobre 1890.

Mémoire sur la transformation des séries peu convergentes en séries très convergentes; par André Markoff. Saint-Pétersbourg, Eggers et Cº et J. Glasounof, 1890; br. in-4º.

Annuaire des marées des côtes de France pour l'an 1891; *par* M. Hatt. Paris, Imprimerie nationale, 1890; 1 vol. in-32.

Sur les méthodes actuelles de balistique; par E. Vallier. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1890; br. in-8º. (Présenté par M. Resal.)

X. internationaler medicinischer Congress. — Essai d'une théorie de l'infection. Maladie. Guérison. Immunité. Virus. Vaccins; par Ch. Bouchard. Berlin, 1890, Verlag von August Hirschwald; br. in-8º.

Traité d'Anatomie comparée pratique; par Carl Vogt et Émile Yung; 17e livraison. Paris, C. Reinwald; br. in-8º. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Auguste Poggi, *L'unité des maladies et l'unité des remèdes*. Paris, G. Masson, 1890; 1 vol. in-8º. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Traité théorique et clinique de la fièvre jaune; par L.-J.-B. Bérenger-Féraud. Paris, Octave Doin, 1891; 1 vol. gr. in-8º. (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Les viandes américaines; par le Dr Prosper de Pietra-Santa. Paris, au Bureau de la Société française d'Hygiène, 1890; br. in-8º. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Revue de Chimie industrielle et agricole, tome I, nº 9. Paris, Bernard Tignol; br. in-8º.

Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia; volume V : *Descrizione geologico-mineraria della zona argentifera del Sarrabus (Sardegna); di* C. de Castro. Roma, Tipografia nazionale, 1890; br. gr. in-8º, avec carte.

Dictionary of the language of the Micmac Indians; by Rev. Silas Tertius Rand. Halifax, N. S., Nova Scotia printing Company, 1888; 1 vol. in-4º.

Culture of the sugar-beet and manufacture of beet sugar; by H.-W. Wiley. Washington, Government printing office, 1890; 1 vol. in-8º.

Observations made during the year 1884 *at the United States naval Observatory, commodore* S. R. Franklin, *U. S. N.* Washington, Government printing office, 1889; 1 vol. in-4°.

Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt am Main, 1890. Frankfurt a. M., Druck von Gebrüder Knauer; 1 vol. in-8°.

Catalog der astronomischen Gesellschaft. Leipzig, 1890; 2 vol. in-4°.

Verslagen mededeelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen. Amsterdam, Johannes Müller, 1889-1890; 3 vol. in-8° et 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 29 septembre 1890.)

Note de MM. *Chassagny* et *H. Abraham*, Recherches de thermo-électricité :

Dans le Tableau de la page 479, supprimer partout les 11 de la colonne des heures.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 13 OCTOBRE 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Tisserand, en présentant à l'Académie le tome II de son « Traité de Mécanique céleste », s'exprime en ces termes :

« Ce volume traite de deux sujets principaux, la figure des corps célestes et leur mouvement de rotation.

» J'ai exposé complètement les travaux classiques de Clairaut et de Laplace sur la première question. Un coup d'œil jeté sur la Table des matières montrera que les travaux récents, et ils sont nombreux, n'ont pas été oubliés. J'ose donc espérer que le lecteur qui voudra bien consulter mon Ouvrage sera mis au courant des derniers progrès de la théorie, notamment de ceux qui sont dus à notre confrère, M. Poincaré.

» Pour les mouvements de rotation, j'ai adopté avec Poisson la méthode de la variation des constantes arbitraires, qui permet d'embrasser dans une même analyse les deux problèmes principaux de la Mécanique céleste et d'établir entre eux des analogies intéressantes.

» Je tiens à exprimer ici mes remerciements à MM. Callandreau et Ra-

dau, qui m'ont prêté leur précieux concours (M. Radau a bien voulu rédiger les deux derniers Chapitres), et aux éditeurs MM. Gauthier-Villars, qui ont donné tous leurs soins à l'exécution typographique du volume. »

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie d'une Notice qu'il vient de publier, sous le titre : « La génération des minéraux métalliques, dans la pratique des mineurs du moyen âge, d'après le *Bergbüchlein* ».

ASTRONOMIE. — *Présentation du cinquième fascicule du « Bulletin du Comité international de la Carte du Ciel ». État d'avancement des travaux préparatoires;* par M. **Mouchez.**

« En présentant à l'Académie le cinquième fascicule du *Bulletin du Comité international,* qui contient encore plusieurs Notices très intéressantes sur l'exécution de la Carte photographique du Ciel, je crois devoir lui faire connaître que les préparatifs de ce grand travail sont terminés dans la plupart des observatoires; les trois ou quatre derniers seront certainement prêts au commencement de l'année prochaine; un seul, celui du Chili, dont l'instrument va être bientôt terminé à Paris, n'aura peut-être pas encore sa coupole construite au moment de la réunion du prochain Congrès.

» Les huit instruments construits à Paris par M. Gautier avec les objectifs de MM. Henry ont tous été essayés dans les observatoires français et étrangers où ils sont déjà installés, et les résultats sont partout on ne peut plus satisfaisants; les clichés d'épreuves qu'on nous a envoyés sont au moins aussi bien réussis et d'une aussi grande netteté que tous ceux que nous avons faits à l'Observatoire de Paris. Ils sont tous obtenus d'ailleurs dans des conditions atmosphériques plus favorables. Nous n'avons malheureusement pas reçu encore les clichés d'épreuves des instruments construits en Angleterre et en Allemagne : les premiers objectifs livrés ne paraissaient pas avoir un champ utilisable aussi grand que les nôtres; mais, d'après les derniers renseignements que j'ai reçus, les nouveaux objectifs donneraient également de très bons résultats. D'ailleurs, tous les observatoires devront envoyer leurs clichés d'essai à la prochaine réunion du Comité permanent, qui devra les examiner avec soin pour assurer partout l'uniformité du travail.

» D'après l'adhésion unanime des membres, j'ai pu convoquer le Comité pour sa dernière réunion préparatoire le 31 mars prochain à l'Observatoire

de Paris; nous sommes assurés du concours de presque tous, même de ceux de l'hémisphère Sud, de l'Australie, du Cap, et de l'Amérique du Sud, qui ont annoncé leur intention de venir; on arrêtera dans cette réunion les derniers détails sur lesquels il peut subsister encore quelque doute, et le Comité permanent terminera ainsi la première et la plus difficile partie de sa tâche, entreprise il y a trois ans, en faisant commencer immédiatement après sa séparation, dans tous les observatoires, l'œuvre considérable dont il aura assuré la parfaite exécution par l'accord unanime de toutes ses décisions.

» Il ne lui restera plus qu'à rechercher les procédés les plus efficaces, les plus économiques pour utiliser et vulgariser l'énorme quantité des documents que l'exécution de la Carte photographique du Ciel va mettre, d'ici à trois ou quatre ans au plus, à la disposition de tous les astronomes. »

ASTRONOMIE. — *Sur une photographie de la nébuleuse de la Lyre, obtenue à l'Observatoire d'Alger.* Note de M. **Mouchez.**

« J'ai reçu communication d'une belle photographie de la nébuleuse annulaire de la Lyre, faite dans le mois d'août à l'Observatoire d'Alger, par MM. Trépied et Rabourdin. Le cliché original a été obtenu par six heures de pose, en deux séances de trois heures chacune; il est assez intense et assez net pour avoir pu supporter un agrandissement de 64 fois, au moyen duquel on a tiré l'épreuve positive que j'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie.

» Cette image est certainement la plus grande qu'on ait encore obtenue de la nébuleuse. Elle montre d'une manière tout à fait saisissante la distribution de la lumière dans ce curieux objet céleste. On voit qu'une région d'éclat maximum existe de part et d'autre de chacune des extrémités du petit axe de l'anneau elliptique; ces deux maxima ne sont pas égaux, et dans chacune des deux moitiés de l'anneau l'intensité de la lumière diminue graduellement jusqu'aux extrémités du grand axe, où elle a sa plus petite valeur. Ce sont bien les caractères connus de cette nébuleuse, tels que nous les montre l'examen optique dans les lunettes ordinaires. Mais l'observation photographique nous apprend autre chose. En effet, d'après les études faites à l'Observatoire d'Alger, lorsqu'on photographie cette nébuleuse avec des durées de pose croissantes, on ne voit pas la nébulosité s'étendre sensiblement vers les parties extérieures : on la voit gagner de plus en plus en étendue vers le centre. Au contraire, lorsqu'on observe

l'astre dans une lunette, on trouve la partie centrale de l'anneau parfaitement séparée de l'anneau lui-même. L'intérieur de l'anneau est donc rempli d'une matière douée d'un pouvoir lumineux que l'œil ne perçoit que difficilement, mais dont l'existence nous est révélée d'une manière certaine par la photographie ([1]).

» Enfin l'étoile nébuleuse centrale atteint, dans la présente épreuve, un éclat à peu près égal à celui du plus faible maximum de l'anneau.

» Dans la séance du 7 juillet dernier, en présentant à l'Académie une épreuve photographique de la même nébuleuse obtenue à l'Observatoire de Bordeaux par MM. Rayet et Courty en trois heures de pose, je signalais l'existence probable de trois et peut-être de quatre étoiles extrêmement faibles, qui n'avaient jamais été indiquées, formant un carré à peu près régulier autour de l'étoile centrale, dans la partie obscure de la nébuleuse. L'existence de trois au moins de ces très faibles étoiles est ici, grâce à la très longue durée de la pose, rendue absolument certaine; mais, dans l'image agrandie, elles se confondent un peu avec le bord intérieur de la nébuleuse. Ces très intéressants résultats font honneur à l'Observatoire d'Alger et à son habile directeur, M. Trépied. Ils sont une nouvelle preuve de la puissance de pénétration des admirables objectifs de MM. Henry et des grands progrès qu'on en peut espérer pour la connaissance du Ciel.

» Je reçois au dernier moment une nouvelle photographie de la même nébuleuse avec neuf heures de pose en plusieurs soirées, obtenue à l'Observatoire de Toulouse ([2]). Il sera intéressant de comparer leurs deux agrandissements à la même échelle. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres qui doivent être présentés à M. le Ministre de la Guerre, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année 1890-91.

MM. **Cornu** et **Sarrau** réunissent la majorité des suffrages.

([1]) Les dessins de cette nébuleuse par Herschel (1833), par Lord Rosse (1844) et M. Trouvelot (1873) ne montrent pas l'étoile centrale; ils indiquent, à l'intérieur de l'anneau, des traces de nébulosité dont le caractère est très différent dans les trois dessins.

([2]) Voir page 519.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Aristide Dumont** soumet au jugement de l'Académie une « Note sur Paris port de mer, et le projet du canal maritime de Paris à Dieppe ». Cette Note est accompagnée d'une Carte.

(Commissaires : MM. Daubrée, Jurien de la Gravière,
Bouquet de la Grye.)

M. **G. François** adresse, de Charleville, une Note complémentaire sur son système de bateau sous-marin.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Pr. de Laffitte*, intitulée : « Essai d'une théorie rationnelle des Sociétés de secours mutuels. »

ASTRONOMIE. — *Sur une épreuve photographique obtenue après neuf heures de pose, à l'Observatoire de Toulouse*. Note de M. **B. Baillaud**, présentée par M. Mouchez.

« L'équatorial photographique de l'Observatoire de Toulouse a été installé pendant l'automne de 1889. Le service en a été confié à M. Andoyer, astronome adjoint, assisté de M. Montangerand. Ces deux astronomes n'avaient, il y a un an, aucune pratique de la photographie. En octobre et novembre, M. Andoyer s'exerça à Paris, sous la direction de MM. P. et Pr. Henry, pendant les trois ou quatre belles nuits qui se présentèrent dans cette période. Rentré à Toulouse, il poursuivit activement l'étude des divers modes de développement applicables à la Photographie céleste et parvint, en juin dernier, à établir un ensemble de règles simples et précises, permettant d'opérer sans hésitation et sûrement.

» M. Andoyer avait obtenu, dès l'hiver, une épreuve de la nébuleuse d'Orion, à peu près équivalente à la célèbre photographie obtenue par M. Common. Nous aurions été, dès cette époque, en ce qui nous concerne, en mesure de commencer le travail de la Carte du Ciel.

» Au mois de juillet dernier, M. Andoyer me fit connaître qu'il pensait que le meilleur moyen d'utiliser l'instrument, jusqu'à la prochaine réunion du Congrès astrophotographique, était de l'appliquer à de très longues poses. Il regardait comme certain qu'il n'y aurait aucune difficulté à laisser une plaque pendant plusieurs jours dans le châssis et à continuer le travail pendant plusieurs soirées consécutives sur une même plaque.

» Le service de la Faculté des Sciences et les conditions météorologiques ne permirent pas à M. Andoyer d'appliquer immédiatement cette idée. Il partit en congé en août, laissant le service à M. Montangerand qui ne tarda pas à être en mesure d'utiliser de la façon la plus heureuse les indications qui lui avaient été données.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une reproduction sur verre d'un cliché obtenu par M. Montangerand les 8, 9, 10, 11 septembre avec une pose totale de neuf heures. Au centre du cliché se trouve la nébuleuse annulaire de la Lyre, au milieu de laquelle se détache très nettement, à la vue simple, l'étoile centrale. Sur le positif, cette étoile apparaît immédiatement par l'emploi d'une simple loupe. La plaque a 9^{cm} sur 12^{cm}, soit 3 degrés carrés de superficie, un peu moins que la carte des Pléiades de MM. Henry. Elle offre à l'œil nu environ 4800 étoiles, plus du double de ce que MM. Henry ont obtenu dans les Pléiades; pour la sphère céleste entière, en supposant une distribution uniforme, on aurait 64 millions d'étoiles. Or la nébuleuse de la Lyre, bien qu'elle soit peu éloignée de la voie lactée, est manifestement en dehors.

» L'examen microscopique du cliché (négatif) montre un nombre énorme de points noirs qui ne sont généralement pas des images d'étoiles. L'aspect des images véritables ne semble permettre aucune confusion.

» Des clichés obtenus dans la même région du ciel, par des poses de deux heures dans une même soirée, donnent un nombre d'étoiles beaucoup moindre; cependant les qualités de l'instrument sont telles, qu'un cliché obtenu par une pose d'une heure montre nettement à l'œil nu l'étoile centrale de la nébuleuse.

» Ces résultats montrent quelle importance aura l'utilisation de l'instrument pour des poses extrêmement prolongées. Ils prouvent de la façon la moins contestable l'excellence optique de l'instrument, dont les objectifs

sont l'œuvre de MM. Henry, et dont la monture a été construite par M. P. Gautier. En raison de l'importance du résultat, il m'a paru nécessaire d'indiquer nettement quelle part revient à chacun des deux astronomes à qui il est dû, M. Andoyer, chef du service, et son assistant, M. Montangerand. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète d'Arrest (retrouvée par M.* Barnard *le* 6 *octobre* 1890), *faite à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiquée par M. Mouchez.

Date 1890.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	✶ — ⋆. Æ.	✶ — ⋆. Déclinaison.	Nombre de compar.
Oct. 10	*a* Anonyme	12,4	$+0^m 12^s,92$	$-3' 14'',7$	12 : 12

Positions des étoiles.

Date 1890.	⋆.	Asc. droite moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Oct. 10.	*a*	$19^h 27^m 54^s,85$	$+1^s,73$	$-26° 44' 58'' 7$	$+7''1$	Rapp. à *b*.
	b	$19^h 30^m 18^s,65$	»	$-26° 43' 37'' 9$	»	Cordoba Cat. 19^h (1250).

Position apparente de la comète.

Date 1890.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Oct. 10	$7^h 18^m 39^s$	$19^h 28^m 9^s,50$	$\bar{1},104$	$-26° 48' 6'',3$	0,926

» *Remarques.* — La comète est une vague lueur excessivement faible, ronde, qui paraît avoir de 1' à 1',5 de diamètre sans aucune condensation. On soupçonne dans son étendue de petits points stellaires excessivement faibles.

» L'étoile *a* a été rapportée, avec l'équatorial, à l'étoile *b* et, par 64 comparaisons, on a obtenu pour ⋆ *a* — ⋆ *b*

$$\Delta Æ = -2^m 23^s,80, \qquad \Delta \mathcal{D} = -1' 20'',8.$$

» Cette observation donne pour l'éphéméride calculée par M. G. Leveau les faibles corrections suivantes : en ascension droite : $-0^m,5$; en déclinaison : $-1'$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles.* Note de M. **A. Petot**, présentée par M. Darboux.

« Soient G et G′ une équation de Laplace et son adjointe

$$\frac{\partial^2\lambda}{\partial u\,\partial v} + a\frac{\partial\lambda}{\partial u} + b\frac{\partial\lambda}{\partial v} + c\lambda = 0, \tag{1}$$

$$\frac{\partial^2\mu}{\partial u\,\partial v} - a\frac{\partial\mu}{\partial u} - b\frac{\partial\mu}{\partial v} + \left(c - \frac{\partial a}{\partial u} - \frac{\partial b}{\partial v}\right)\mu = 0. \tag{2}$$

» Quand on connaît l'intégrale générale de l'une de ces deux équations, on sait en déduire celle de l'autre. Dans le cas où G est relative au système conjugué formé par les lignes de courbure d'une surface, je vais montrer que, sans connaître son intégrale générale, on peut déduire immédiatement de chacune de ses solutions particulières une solution correspondante de son adjointe; et inversement.

» Supposons, en effet, que l'équation G admette quatre solutions λ_1, λ_2, λ_3, λ_4, liées par la relation

$$\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 = \lambda_4^2, \tag{3}$$

et désignons par θ_4 le déterminant $\left(\lambda, \frac{\partial\lambda_1}{\partial u}, \frac{\partial^2\lambda_2}{\partial u^2}, \frac{\partial\lambda_3}{\partial v}, \frac{\partial^2\lambda_4}{\partial v^2}\right)$. Les expressions $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ peuvent être considérées comme les coordonnées homogènes d'un point de la sphère de rayon un, et aussi comme les coordonnées de son plan tangent; par suite, pour cette sphère, dans le système (u, v), les deux équations relatives, l'une aux coordonnées ponctuelles, l'autre aux coordonnées tangentielles, se confondent avec G. Si maintenant on rapproche ce fait des théorèmes énoncés par M. Darboux dans le paragraphe 405 de son *Cours*, on obtient le premier résultat suivant :

» *L'équation* G′ *a les mêmes invariants que celle à laquelle satisfait le déterminant* θ_4; *par suite, à chaque solution* λ *de* G *en correspond une* μ *de* G′, *donnée par la formule*

$$\mu = \theta_4\varphi, \tag{4}$$

où φ *est une certaine fonction de* u *et* v, *dont la détermination exige seulement une quadrature.*

» On sait, d'ailleurs, que toute expression (m, n),

$$\theta = A\lambda + B_1\frac{\partial\lambda}{\partial u} + \ldots + B_m\frac{\partial^m\lambda}{\partial u^m} + C_1\frac{\partial\lambda}{\partial v} + \ldots + C_n\frac{\partial^n\lambda}{\partial v^n}, \tag{5}$$

définie, à un facteur près, fonction de u et v, par la condition de s'annuler quand on y remplace λ par l'une quelconque des solutions $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_{m+n}$ de l'équation G, vérifie une équation de Laplace

$$(6) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u \, \partial v} + \left(a - \frac{\partial \log B_m}{\partial v}\right)\frac{\partial \theta}{\partial u} + \left(b - \frac{\partial \log C_n}{\partial u}\right)\frac{\partial \theta}{\partial v} + \gamma \theta = 0.$$

Si donc on désigne par B_2 et C_2 les coefficients de $\frac{\partial^2 \lambda}{\partial u^2}$ et $\frac{\partial^2 \lambda}{\partial v^2}$ dans le développement de θ_4, on voit que μ doit satisfaire à une équation de la forme

$$(7) \quad \frac{\partial^2 \mu}{\partial u \, \partial v} + \left(a - \frac{\partial \log B_2}{\partial v} - \frac{\partial \log \varphi}{\partial v}\right)\frac{\partial \mu}{\partial u} + \left(b - \frac{\partial \log C_2}{\partial u} - \frac{\partial \log \varphi}{\partial u}\right)\frac{\partial \mu}{\partial v} + \gamma_1 \mu = 0.$$

» Or, pour la valeur cherchée de φ, les équations (7) et (2) se confondent; l'expression

$$(8) \qquad \left(2b - \frac{\partial \log C_2}{\partial u}\right) du + \left(2a - \frac{\partial \log B_2}{\partial v}\right) dv$$

est donc la différentielle totale d'une certaine fonction ψ de u et v, et l'on a

$$\varphi = e^{\psi}.$$

» Les mêmes considérations permettent de passer de μ à λ. De là, en résumé, le théorème suivant :

» *Quand une équation de Laplace admet quatre solutions* $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$, *liées par la relation*

$$\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 = \lambda_4^2,$$

à chaque solution λ *de cette équation en correspond une* μ *de son adjointe, donnée par la formule*

$$(9) \quad \mu = \left(\lambda \frac{\partial \lambda_1}{\partial u} \frac{\partial^2 \lambda_2}{\partial u^2} \frac{\partial \lambda_3}{\partial v} \frac{\partial^2 \lambda_4}{\partial v^2}\right) \times e^{\int \left[\left(2b - \frac{\partial \log C_2}{\partial u}\right) du + \left(2a - \frac{\partial \log B_2}{\partial v}\right) dv\right]};$$

et inversement, pour passer de μ *à* λ, *on a la formule*

$$(10) \qquad \lambda = \sum_{h=1}^{h=4} \lambda_h \int \left[\mu \left(\frac{\partial \lambda_h}{\partial u} + b \lambda_h\right) du + \lambda_h \left(\frac{\partial \mu}{\partial v} - a\mu\right) dv\right].$$

» Dans les conditions où nous nous sommes placé, on peut toujours prendre l'équation G sous la forme

$$(11) \qquad \frac{\partial^2 \lambda}{\partial u \, \partial v} - \frac{\partial \log q}{\partial v} \frac{\partial \alpha}{\partial u} - \frac{\partial \log p_1}{\partial u} \frac{\partial \lambda}{\partial v} = 0,$$

où l'on suppose que les fonctions q et p_1 de u et v sont liées par la relation

$$(12) \qquad \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{1}{q}\frac{\partial p_1}{\partial u}\right) + \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{1}{p_1}\frac{\partial q}{\partial v}\right) + qp_1 = 0.$$

» La formule (9) devient alors

$$(13) \qquad M = -\frac{1}{p_1 q^3}\frac{\partial(qp_1)}{\partial u}\frac{\partial\lambda}{\partial u} + \frac{1}{q^2}\frac{\partial^2\lambda}{\partial u^2} + \frac{1}{qp_1^3}\frac{\partial(qp_1)}{\partial v} - \frac{1}{p_1^2}\frac{\partial^2\lambda}{\partial v^2}.$$

» Les coefficients B_{m-1}, B_m, C_{n-1}, C_n, considérés plus haut, vérifient la relation

$$(14) \qquad \frac{1}{B_m}\left(M\frac{\partial \log B_m}{\partial v} - \frac{\partial M}{\partial v}\right) + m\frac{\partial a}{\partial u} = \frac{1}{C_n}\left(N\frac{\partial \log C_n}{\partial u} - \frac{\partial N}{\partial u}\right) + n\frac{\partial b}{\partial v},$$

où l'on suppose m et n au moins égaux à deux, et où l'on a

$$(15) \qquad M = B_{m-1} + \frac{\partial B_m}{\partial u}, \qquad N = C_{n-1} + \frac{\partial C_n}{\partial v}.$$

» Si l'on désigne par H la valeur commune des deux membres de la relation (14), le coefficient γ considéré dans l'équation (6) est donné par la formule

$$(16) \qquad \gamma = \left(a - \frac{\partial \log B_m}{\partial v}\right)\left(b - \frac{\partial \log C_n}{\partial u}\right) + c - ab + H,$$

qui permet de vérifier directement la formule (13).

» Quand l'équation (11) a ses invariants égaux, on peut, à l'aide des résultats précédents, en déterminer une transformation infinitésimale ; on obtient ainsi le théorème suivant :

» *Quand le système sphérique* (u, v) *est isotherme, l'équation de la forme* (11) *qui lui correspond a ses invariants égaux et admet la transformation infinitésimale*

$$-2b\frac{\partial}{\partial u} + \frac{\partial^2}{\partial u^2} + 2a\frac{\partial}{\partial v} - \frac{\partial^2}{\partial v^2}.$$

» Si l'Académie veut bien le permettre, j'exposerai dans une deuxième Note les conséquences géométriques des résultats précédents. »

PHYSIQUE. — *Vibrations d'un fil de platine maintenu incandescent par un courant électrique, sous l'influence des interruptions successives de ce courant*. Note de M. T. **Argyropoulos**, présentée par M. Cornu.

« J'ai tendu horizontalement un fil de platine d'une longueur de $0^m,70$ et d'un diamètre égal à une fraction de millimètre, et j'ai fait passer un fort courant électrique pour le chauffer jusqu'au rouge blanc. En remarquant la grande dilatation du fil pendant le passage du courant, j'ai pensé qu'il devait y avoir quelque mouvement vibratoire produit par des interruptions successives du courant. J'ai donc interposé dans le circuit un grand interrupteur à trembleur, ou mieux l'interrupteur imaginé par Foucoult pour les grandes bobines de Ruhmkorff : aussitôt le fil de platine s'est mis à vibrer, en se subdivisant par ondes stationnaires.

» On peut observer très nettement un, deux, trois et jusqu'à huit ventres, séparés par des nœuds qui semblent immobiles. En diminuant très lentement la tension du fil de platine, on augmente le nombre de ces ventres; au contraire, si l'on tend lentement le fil, le nombre des ventres diminue et le fil incandescent vibre transversalement en formant un seul ventre au milieu.

» Le support sur lequel j'avais tendu le fil avait deux mouvements, l'un pour tendre plus ou moins le fil et l'autre pour l'allonger et le raccourcir.

» On fait l'expérience de la manière suivante. On prend d'abord une grande longueur de fil; on fait passer le courant d'une pile de 45 à 50 éléments de Bunsen, en tenant l'interrupteur calé. Puis on raccourcit le fil, jusqu'à ce qu'il devienne blanc de chaleur. Ensuite on lâche l'interrupteur et le fil commence à vibrer. Alors on tend lentement le fil, jusqu'à ce qu'il finisse par vibrer tout entier, en formant un seul ventre au milieu. En diminuant la tension du fil, on peut produire jusqu'à huit ventres et même plus.

» Cette expérience permet de faire devant un nombreux auditoire l'étude des mouvements vibratoires des cordes. »

CHIMIE. — *Combinaisons du cyanure de mercure avec les sels de lithium.* Note de M. **Raoul Varet.**

« I. *Iodocyanure de mercure et de lithium.* — Dans une solution saturée de cyanure de mercure, maintenue à une température de 50° à 60°, on verse goutte à goutte une solution concentrée d'iodure de lithium (15gr de LiI pour 25gr de HgCy). Dans la liqueur ainsi obtenue, on dissout une nouvelle quantité de cyanure mercurique que l'on additionne comme précédemment d'iodure de lithium. Le liquide évaporé doucement jusqu'à consistance sirupeuse, puis filtré encore chaud, laisse déposer par refroidissement de grandes lamelles nacrées, répondant à la formule

$$HgCy, LiCy, HgI, 7HO.$$

C'est un corps hygrométrique, très soluble dans l'eau. Chauffé à 100° il perd 3 équivalents d'eau. Il ne se déshydrate complètement qu'en se décomposant.

» L'iodocyanure, lorsqu'on le chauffe avec précaution, dégage de l'eau et se colore en jaune; il fournit en même temps un sublimé d'iodure mercurique jaune. Si l'on élève la température, il y a fusion du sel, sublimation abondante d'iodure mercurique et de mercure, puis dégagement de cyanogène et formation, sur les parois du tube, de proto-iodure de mercure. Pendant toute la durée de la décomposition, il se dégage de la vapeur d'eau.

» La formation d'iodure mercurique, bien avant la température à laquelle le sel triple est décomposé avec formation de mercure et de cyanogène, indique une régénération facile de HgI et montre que l'on a un sel plus complexe que celui qui résulterait simplement de l'union de Hg^2Cy^2 avec LiI. D'autres faits viennent encore à l'appui de cette manière de voir.

» Les acides dilués décomposent le corps HgCy, LiCy, HgI, 7HO en iodure mercurique et acide cyanhydrique; il reste, dans la liqueur, du cyanure de mercure et un sel de lithium correspondant à l'acide employé.

» Quand on chauffe l'iodocyanure avec une solution de sulfate de cuivre, il y a dégagement de cyanogène et formation d'un précipité qui est

un mélange de Cu^2Cy et de HgI; ce qui indique que tout le cyanogène n'est pas combiné au mercure. J'ai, en effet, montré précédemment que les cyanures alcalins sont décomposés par les sels oxygénés de cuivre, tandis que le cyanure de mercure n'est pas attaqué dans les mêmes conditions.

» II. *Bromocyanure de mercure et de lithium.* — On projette du bromure de lithium, par petite quantité, dans une solution saturée de cyanure de mercure et maintenue à une température de 80°. On ajoute ainsi 15gr de LiBr pour 25gr de HgCy. La liqueur, filtrée et évaporée doucement au bain-marie, laisse déposer des cristaux répondant à la formule

$$Hg^2Cy^2, LiBr, 7HO.$$

» C'est un corps hygroscopique, très soluble dans l'eau. Chauffé à 100°, il perd 3 équivalents; il ne se déshydrate complètement qu'en se décomposant.

» J'ai fait quelques essais afin de rechercher si, comme pour le sel précédent, il convenait d'envisager le bromocyanure comme un sel triple résultant de l'union de HgCy, LiCy avec HgBr.

» Ce sel, étant chauffé doucement, fond dans son eau de cristallisation, se colore en jaune et dégage de la vapeur d'eau; il ne fournit pas d'abord de sublimé de bromure mercurique; mais, si l'on chauffe plus fort, le sel noircit et dégage de la vapeur d'eau, du mercure et du cyanogène, et il se sublime du bromure mercureux par réaction complexe. On voit que la décomposition pyrogénée de ce corps est bien différente de celle de l'iodocyanure.

» Quand on chauffe le bromocyanure de mercure et de lithium avec une solution de sulfate de cuivre, il n'y a pas dégagement de cyanogène ni formation d'aucun précipité, ce qui montre que tout le cyanogène est combiné au mercure. C'est donc un sel double résultant de la combinaison de Hg^2Cy^2 avec LiBr.

» III. *Chlorocyanure de mercure et de lithium.* — On obtient ce corps en évaporant une solution de cyanure de mercure que l'on a additionnée d'un excès de chlorure de lithium.

» Il est difficile de fixer avec certitude sa composition, car, pendant qu'on le dessèche entre des doubles de papier, il absorbe l'humidité de l'air et il est alors décomposé en cyanure de mercure et en chlorure de lithium : ce dernier est absorbé en même temps que l'eau par le papier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les conditions les plus convenables pour la préparation en grand de la monoisobutylamine* (1). Note de M. **H. Malbot**, transmise par M. Friedel.

« On a pu voir, d'après mes recherches antérieures (2), que lorsqu'on chauffe pendant trente-six heures, vers 170°, du chlorure d'isobutyle avec de l'ammoniaque aqueuse, en proportion équimoléculaire, l'ammoniaque se trouve presque entièrement épuisée, tandis qu'il reste un quart environ du chlorure d'isobutyle. Les produits de l'opération sont alors de la tri- et de la diisobutylamine libres, avec un peu de monoisobutylamine libre ou combinée.

» Je me suis proposé actuellement de rechercher les conditions les plus avantageuses pour la préparation de la monoisobutylamine. J'ai fait voir que les différents termes des amines ne se produisent pas simultanément d'après les équations d'Hofmann, mais successivement, par une série de transformations, dont l'ensemble constitue ce que j'ai appelé les phénomènes de *progression* des amines.

» Le mécanisme des transformations une fois connu, il devenait possible d'arrêter, à volonté, la *progression* à un terme assigné d'avance.

» Or j'ai montré que les bases les plus faibles, formées d'abord à l'état de sels, sont déplacées par les bases les plus fortes, de telle façon que l'ammoniaque et les amines libres sollicitent de leurs affinités rivales l'éther demeuré en présence. Si donc on veut arrêter la transformation à l'amine primaire, il faut faire en sorte que l'éther qui reste encore se combine à l'ammoniaque de préférence à l'amine primaire.

» La question étant ainsi posée, on conçoit qu'il ne suffise point d'employer un excès initial d'ammoniaque. D'ailleurs, à voir les choses exactement, l'ammoniaque est toujours en excès, à l'origine, et même cet excès est d'abord infini, car il se rapporte logiquement non à l'éther, mais à l'a-

---

(1) Les détails de ces recherches seront publiés ultérieurement dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

(2) H. Malbot, *Mémoire sur une nouvelle théorie générale de la préparation des monammoniums par le procédé d'Hofmann* (*Annales de Chimie et de Physique*, mars 1888).

mine primaire, qui prend naissance et dont la proportion est d'abord infime.

» Il ne suffit donc pas, dis-je, que l'ammoniaque soit en excès par rapport à l'éther, il faut qu'elle le soit à l'égard de l'amine primaire qui se formera, et il faut qu'il y ait non seulement supériorité pondérale de l'ammoniaque sur l'amine primaire, mais prédominance d'activité chimique.

» C'est là le côté délicat du problème. Car, si avec certaines proportions l'activité chimique de l'ammoniaque est prépondérante pendant un jour ou deux, il arrive, en prolongeant l'opération pendant un jour de plus, que la prépondérance passe à l'activité de l'amine primaire, si bien que la proportion de l'amine primaire diminue (1), tandis que celle de l'amine secondaire augmente, et quelquefois beaucoup.

Sans doute on a la ressource d'employer un très grand excès d'ammoniaque, vingt fois, par exemple, la quantité correspondante à l'éther; mais l'expérimentation manquerait de délicatesse si l'on tombait tout d'abord dans une telle exagération.

» Il importe beaucoup, au point de vue théorique, de connaître la proportion minima d'ammoniaque nécessaire, et tout autant, sous le rapport pratique, afin de mettre en œuvre à la fois le plus d'éther possible et obtenir le plus rapidement possible une quantité suffisante du produit désiré.

» En outre, si les premiers essais ne conduisent pas immédiatement au but, on a l'avantage de suivre pas à pas la lutte des affinités de l'ammoniaque et des amines et l'on découvre sûrement les conditions précises qui favorisent les unes à l'exclusion des autres.

» Une disposition qui permet de faire très facilement cette série d'observations sur les isobutylamines consiste à chauffer à 100°, dans des matras scellés, du chlorure d'isobutyle avec des proportions croissantes d'ammoniaque aqueuse très concentrée (2).

---

(1) On peut même voir que dans les expériences deuxième et troisième du Tableau ci-contre, le poids absolu du chlorhydrate de monoisobutylamine diminue de 8gr à 6gr,4, quand on prolonge l'opération un jour de plus.

(2) Une disposition qui eût été très commode, sous le rapport pratique, si elle avait pu réussir, consistait à faire passer un courant d'ammoniaque dans du chlorure d'isobutyle chauffé à reflux. Mais la combinaison du chlorure d'isobutyle avec l'ammoniaque se fait très lentement, et la majeure partie du liquide est entraînée par le gaz, sans qu'il se soit formé, même au bout de douze heures, une quantité notable de monoisobutylamine. Il faut donc opérer en vase clos. J'ai d'abord étudié l'action de l'ammoniaque aqueuse, j'étudierai ensuite celle de l'ammoniaque alcoolique.

» Les progrès de la transformation se suivent aisément, à vue, par l'inspection de la couche éthérée surnageante, et les produits se séparent et se dosent commodément, à l'aide des traitements rapides que je décrirai dans le Mémoire complet.

» Le Tableau suivant résume les résultats comparés de neuf expériences, dont la durée a varié de 2 à 4 jours, avec une proportion d'ammoniaque croissant de 2 à 15 molécules pour 1 molécule de chlorure d'isobutyle.

			Poids du chlorhydrate								
Volume du chlorure d'isobutyle.	Proportion d'ammoniaque rapportée à 1 molécule de chlorure d'isobutyle.	Durée de l'opération.	fourni par la monoisobutylamine libre de la couche aqueuse.	fourni par la monoisobutylamine dissoute dans l'eau de lavage de la couche surnageante.	correspondant à la monoisobutylamine restant dans la couche surnageante.	de monoisobutylamine tout formé dans l'opération.	correspondant à la monoisobutylamine totale.	fourni par la diisobutylamine.	Rapport pondéral du chlorhydrate de monoisob. au chlorhyd. de diisobutyl.	Volume du chlorure d'isobutyle non transformé.	Fraction de transformation du chlorure d'isobutyle.
cc	mol	j	gr	gr	gr	gr	gr	gr		cc	
40	2	2	1,8	//	1,3	2	5,1	1,4	3,6	27,5	0,31
30	4	2	3,7	2,7	1,3	0,3	8	2	4	15	0,50
30	4	3	4	1,5	//	0,9	6,4	4,8	1,3	9,5	0,68
25	6	2	3,5	1,6	0,9	0,1	6,1	1,8	3,4	9	0,64
25	6	3	6,3	1,2	//	0,6	8,1	4,2	1,9	3,5	0,86
25	8	3	8,5	1,6	//	0,3	10,4	4,3	2,4	3	0,88
25	8	4	8,5	1,5	//	0,5	10,5	4,5	2,3	2,5	0,90
20	10	3	10,5	1	//	0,4	11,9	3	3,9	1	0,95
15	15	3,5	9,7	0,35	//	0,2	10,2	1,5	6,8	0	1

» Pour la préparation en grand de la diisobutylamine, on peut employer soit 10 molécules, soit 15 molécules d'ammoniaque; dans le premier cas, on recueillera accessoirement deux fois plus de diisobutylamine, facile à séparer par simple lavage à l'eau. En opérant avec 10 matras, on aura, en chiffres ronds, 100^{gr} de chlorhydrate de monoisobutylamine au bout de 3 jours et 500^{gr} en 15 jours. Cette quantité sera plus que suffisante pour l'étude physique et chimique complète de la monoisobutylamine.

» Je me propose de préparer en grand aussi les amines des autres séries, principalement en vue de faire leur étude thermochimique, afin de déterminer les conditions précises des phénomènes de progression, de stagnation et de rétrogradation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un procédé général de synthèse des nitriles et des éthers β-cétoniques*. Note de M. L. **Bouveault**.

« Il résulte d'expériences de M. E. von Meyer et de ses élèves ([1]) que tous les nitriles primaires de la série grasse sont polymérisés par le sodium de la même manière que le propionitrile; on a même pu obtenir des composés mixtes en opérant sur un mélange de deux nitriles. Or, dans une première Note, parue dans ce Recueil (t. CVIII, p. 1171), nous avons, M. Hanriot et moi, établi la présence, dans les produits de l'action du sodium sur le propionitrile en solution dans l'éther absolu, du dérivé sodé

$$C^2H^5-C(AzH)-\underset{\displaystyle CH^3.}{\underset{|}{C}}Na-CAz$$

» Il s'ensuit que le composé mixte obtenu par l'action du sodium sur le mélange des deux nitriles $R-CH^2-CAz$ et $R'-CAz$ aura pour constitution

$$R'-C(AzH)-\underset{\displaystyle R.}{\underset{|}{C}}Na-CAz$$

» Donc, si l'on traite, comme nous l'avons fait dans le cas du propionitrile, ce dérivé sodé par un iodure alcoolique $R''T$, il se formera le composé

$$R'-C(AzH)-C\begin{matrix}\diagup R''\\ \overline{}\\ \diagdown R'\end{matrix}CAz,$$

que l'acide chlorhydrique à froid transformera en un nitrile β-cétonique :

$$R'-CO-C\begin{matrix}\diagup R''\\ \overline{}\\ \diagdown R'\end{matrix}CAz.$$

» Or cette formule est l'expression la plus générale d'un nitrile β-cétonique; il s'ensuit que tous ces nitriles peuvent être préparés par la méthode que j'indique.

([1]) E. von Meyer, *Journal für praktische Chemie*, 2e série, t. XXXIX, p. 188; R. Holtzwart, *ibid.*, p. 230; R. Wache, *ibid.*, p. 245.

» Ce qui donne de l'intérêt à la préparation de ces composés, c'est qu'on peut très aisément les transformer dans les éthers correspondants : le procédé n'est d'ailleurs pas nouveau.

» J'ai réalisé cette transformation avec le *méthylpropionylacétonitrile* et le *diméthylpropionylacétonitrile*.

» On dissout l'un de ces nitriles dans un alcool, molécule à molécule (j'ai employé l'alcool méthylique); on refroidit le mélange au-dessous de 0° et l'on sature avec de l'acide chlorhydrique sec; il s'en dissout exactement 2 molécules. Quand le gaz n'est plus absorbé, on abandonne le mélange à lui-même pendant vingt-quatre heures dans un endroit frais, puis on décompose par l'eau; il se sépare une couche huileuse qu'on lave, qu'on sèche et qu'on rectifie. Les rendements sont presque théoriques.

» J'ai obtenu ainsi le *méthylpropionylacétate de méthyle*

$$C^2H^5=CO-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}}-COOCA^3$$

liquide bouillant à 185°. Ce corps avait déjà été obtenu d'une manière différente par Israël (¹), qui l'avait nommé *propionylpropionate de méthyle*.

» Le *diméthylpropionylacétonitrile* a été transformé de la même manière en *diméthylpropionylacétate de méthyle* $C^2H^5-CO-C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}COOCH^3$.

» Cet éther est un liquide incolore, d'une odeur camphrée, bouillant à 188°-188°,5 (corrigé), sous la pression de 760^{mm}.

» Cette transformation des nitriles en éthers est absolument générale; il s'ensuit que l'on pourra obtenir, à l'aide de leurs nitriles, tous les éthers β-cétoniques

$$R-CO-C\begin{matrix}\diagup R'\\ \diagdown R''\end{matrix}COOR'''.$$

» Le nombre énorme de synthèses de toutes sortes qui ont été faites avec le plus simple de ces éthers, l'éther acétylacétique, donne un grand intérêt à la préparation de ses homologues supérieurs.

» On ne connaît actuellement que deux procédés permettant d'obtenir ces composés :

» 1° L'action du sodium sur les éthers des acides gras, qui ne réussit qu'avec l'éther acétique et l'éther propionique ;

(¹) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. 231, p. 197.

» 2° Un procédé de M. l'abbé Hamonet [1], qui semble satisfaisant, mais qui ne permet d'obtenir qu'une seule série d'éthers β-cétoniques, ceux qui sont contenus dans la formule

$$R\ CH^2-CO-\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{CH}}-COOR'.$$

» Je me suis assuré d'ailleurs que l'un des éthers que j'ai préparés, le *méthylpropionylacétate de méthyle*, possédait encore, au moins en partie, les merveilleuses propriétés condensantes de l'éther acétylacétique.

» Il se combine à l'aniline en donnant une oxyquinoléine suivant l'équation

$$C^7H^{12}O^3 + C^6H^7Az = H^2O + CH^3OH + C^{12}H^{13}AzO.$$

» Cette méthyléthyloxyquinoléine fond à 295° ; elle est insoluble dans l'éther. Sa formation est accompagnée de celle de carbanilide.

» Outre les éthers β-cétoniques, les nitriles β-cétoniques peuvent donner naissance, quand on les chauffe en tube scellé avec de l'acide chlorhydrique concentré, à des cétones. Cette réaction, à l'aide de laquelle nous avons préparé deux cétones, a été employée pour la première fois par M. E. von Meyer. Il en résulte que ce nitrile de formule générale

$$R-CO-\underset{\displaystyle R'}{\underset{|}{C}}\frac{\diagup R''}{\diagdown CAz}\ CAz$$

sera ainsi transformé en l'acétone

$$R-CO-CH\begin{matrix}\diagup R' \\ \diagdown R''\end{matrix}.$$

» En un mot, on pourra obtenir par ce procédé toutes les cétones dans lesquelles les deux atomes de carbone attachés au carbonyle ne sont pas tous les deux tertiaires. »

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. II, p. 195 et 354.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la presence et la disparition du tréhalose d ansles champignons*. Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. Duclaux.

« Parmi les matières sucrées que l'on peut rencontrer dans les champignons, il en est une, le tréhalose, qui attire particulièrement l'attention. Müntz, qui a signalé sa présence dans quelques-uns de ces végétaux, a remarqué que certaines espèces de champignons, examinées dans leur jeunesse, ne renferment pas d'autre sucre cristallisable, alors que, plus âgés, ils renferment à la fois du tréhalose et de la mannite.

» Il m'a paru qu'il y aurait intérêt à suivre ces variations dans une espèce déterminée, et j'ai fait choix, pour cette étude, du *Lactarius piperatus* Scop. ou *agaric poivré*, l'une des espèces de lactaires sur lesquelles j'ai déjà présenté une première Note à l'Académie ([1]).

» Ce champignon croît abondamment dans certains bois des environs de Paris; mais on ne le rencontre guère que pendant deux ou trois semaines, ordinairement à la fin de juillet et au commencement d'août; aussi mes recherches ont-elles duré plus longtemps que je ne le prévoyais, interrompues qu'elles étaient chaque année par la disparition des champignons qui en faisaient l'objet.

» Elles ont commencé en 1886. A cette époque, j'avais été amené, dans le but d'extraire du glycogène des champignons, à traiter des lactaires poivrés jeunes et frais par l'eau bouillante, immédiatement après la récolte. En soumettant l'infusion ainsi obtenue à un traitement convenable, que j'ai indiqué ailleurs, j'étais arrivé à extraire $4^{gr},3$ de tréhalose et $1^{gr},4$ de mannite par kilogramme.

» Ce rendement en tréhalose étant relativement élevé, je pensai à me servir de *L. piperatus* pour préparer une certaine quantité de cette matière sucrée et, en 1888, j'en fis récolter 35^{kg} environ. Mais, pour abréger les manipulations, je les fis dessécher à l'air d'abord, puis à l'étuve. A ma grande surprise, ces 35^{kg} de lactaires ne donnèrent pas de tréhalose, et je ne pus en extraire que de la mannite ($1^{gr},86$ par kilogramme).

» Le champignon n'avait-il jamais renfermé de tréhalose, ou celui-ci avait-il disparu pendant la dessiccation? La seconde supposition paraissait plus admissible, cependant elle demandait à être examinée, les conditions

---

([1]) *Sur les matières sucrées des champignons* (*Comptes rendus*, 18 mars 1889).

atmosphériques ayant été très différentes pendant la végétation du lactaire poivré en 1886 et en 1888.

» En conséquence, en 1889, je fis deux essais comparatifs sur deux lots de lactaires poivrés jeunes, récoltés en même temps. L'un de ces lots fut traité par l'eau bouillante une heure environ après la récolte, l'autre fut desséché à l'air, puis soumis au traitement ordinaire. Le premier de ces lots me donna exclusivement du tréhalose et le second exclusivement de la mannite.

» La disparition du tréhalose avait donc réellement lieu pendant la dessiccation. Mais la dessiccation en elle-même est une opération qui ne paraît guère devoir exercer d'influence sur le phénomène. N'était-il pas plus probable que le champignon, une fois récolté, continuait à végéter pendant un certain temps, comme le fait un fruit conservé?

» C'est en effet ce qui se passe, ainsi que j'ai pu le constater la même année, en expérimentant sur un lot de lactaires jeunes (4^{kg}) partagé en deux portions d'égal poids, l'une de ces portions ayant été traitée par l'eau bouillante aussitôt après la récolte, et l'autre cinq heures plus tard. La première a donné 20^{gr} de tréhalose brut, et la seconde 19^{gr} de mannite, sans traces de tréhalose (15 juillet).

» Enfin, pour compléter cette étude, j'ai songé cette année à examiner si la disparition du tréhalose ne serait pas empêchée par les vapeurs de chloroforme. Il fallait encore pour cela faire des essais comparatifs. Ils ont porté sur un lot de 6^{kg} de lactaires poivrés, jeunes et frais, partagé en trois parties égales (17 juillet). La première portion fut soumise à l'action de l'eau bouillante aussitôt après la récolte. La seconde fut abandonnée à l'air pendant seize heures, puis traitée comme l'avait été la première. Quant à la troisième, elle fut conservée pendant seize heures dans un bocal rempli de vapeur de chloroforme avant d'être soumise à aucun traitement.

» La première portion a donné $15^{gr},25$ de tréhalose et la seconde $13^{gr},95$ de mannite, résultats identiques à ceux que j'avais obtenus dans mes essais antérieurs.

» Dans le troisième essai, j'ai observé un phénomène assez curieux. Il s'est produit pendant les seize heures une exsudation remarquable du suc végétatif. 452^{cc} de liquide ont été expulsés. Les champignons se sont rapetissés et sont devenus bruns foncés, de blancs qu'ils étaient. Le liquide lui-même était brun foncé. En soumettant le liquide et les champignons à un traitement convenable, j'ai pu extraire $14^{gr},55$ de tréhalose, et quel-

ques décigrammes seulement de mannite. Le chloroforme arrête donc la transformation du tréhalose.

» *En résumé*, ces expériences montrent que la disparition du tréhalose est réellement liée à la végétation du champignon, et a lieu beaucoup plus rapidement qu'on n'était tenté de le supposer. Elles expliquent pourquoi les chimistes qui ont analysé le *L. piperatus* n'y ont jamais rencontré que de la mannite (Braconnot, Knop et Schnedermann, Bolley). Ou ils ont expérimenté sur des champignons desséchés, ou ils ont attendu trop longtemps avant d'effectuer leurs analyses. Elles montrent, en outre, de quelles précautions il faut s'entourer dans la recherche des principes immédiats renfermés dans les plantes; car ce qui se passe pour un composé déterminé dans un végétal donné se passe vraisemblablement aussi pour d'autres principes immédiats et dans d'autres végétaux. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le nerf latéral des Cycloptéridés* (¹).
Note de M. **Frédéric Guitel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note présentée à l'Académie (²), j'ai décrit les canaux muqueux de la ligne latérale des deux genres *Liparis* et *Cyclopterus*. Ces poissons, comme je l'ai montré, possèdent trois systèmes de canaux céphaliques, mais n'ont pas de canal latéral. Il était intéressant de rechercher comment se comporte leur nerf latéral; c'est le résultat de mes recherches sur ce sujet qui fait l'objet de la présente Communication.

» I. Chez le *Liparis* le nerf latéral, dès sa sortie du ganglion du pneumogastrique, suit le bord inférieur de la moitié supérieure du grand latéral du tronc, passe en dehors du plexus nerveux destiné à la pectorale et s'engage sous la ceinture scapulaire en entrant dans le grand interstice musculaire qu'il suit ensuite pendant toute la durée de son trajet.

» Deux nerfs naissent sur le latéral au point même où il se sépare du ganglion du pneumogastrique, ce sont l'*operculaire* et le *surtemporal*. Le premier se rend à la peau qui recouvre l'opercule et le sous-opercule; le second à deux des organes nerveux terminaux contenus dans le tube muqueux post-orbitaire. Une troisième branche prend naissance sur le nerf

---

(¹) Ce travail a été fait au Laboratoire zoologique de Roscoff (Finistère).
(²) *Sur les canaux muqueux des Cycloptéridés* (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 648).

latéral pendant qu'il traverse la cavité branchiale; elle passe sous le surscapulaire et se rend à la peau située au-dessus de cet os; puis le nerf latéral s'insinue sous la ceinture scapulaire et devient sous-cutané au niveau du bord postérieur de cette dernière, au sommet de l'angle que font entre eux les deux os huméral et scapulaire. En ce point même, il donne un rameau supérieur très important, qui marche parallèlement à lui, entre le grand interstice et l'interstice supérieur, jusqu'au douzième rayon de la dorsale et qui fournit de très fins filets nerveux sur lesquels je vais revenir. Le tronc principal du nerf latéral suit, comme je l'ai dit, le grand interstice musculaire jusqu'à la hauteur du vingt-troisième rayon de la dorsale, en fournissant, lui aussi, de très petits nerfs dont nous allons maintenant examiner le mode de répartition.

» II. J'ai étudié avec beaucoup de soin la distribution dans la peau des filets nerveux que donnent en arrière de la ceinture scapulaire le nerf latéral et son rameau supérieur, et cette étude m'a conduit à la découverte d'une véritable ligne latérale somatique qui complète la ligne latérale céphalique déjà décrite.

» Cet organe est composé de deux séries d'organites nerveux terminaux, disposés de la façon suivante : la première série, antérieure et supérieure par rapport à la seconde, commence immédiatement en arrière du dernier orifice du système muqueux post-orbitaire; elle contient cinq à huit terminaisons, qui forment une ligne droite ou brisée située sur le prolongement postérieur de celle qui réunit les trois orifices muqueux post-orbitaires; la seconde série, postérieure et inférieure par rapport à la première, commence au-dessous des derniers organes de celle-ci; elle comprend également de cinq à huit terminaisons, rangées à peu près suivant le trajet du grand interstice musculaire. La série postérieure reçoit les filets nerveux du nerf latéral, et l'antérieure ceux de son rameau supérieur.

» Les intervalles qui séparent les organes de la ligne latérale sont tout à fait irréguliers, et ceux de la série postérieure toujours plus grands que ceux de l'antérieure. Ces deux faits montrent que les organes en question sont disposés dans un ordre qui n'a aucun rapport avec les myomères.

» Les filets nerveux qui se rendent aux terminaisons de la ligne latérale sont excessivement sinueux et d'une extrême ténuité (environ $0^{mm},01$); ils appartiennent tous au nerf latéral ou à son rameau supérieur, qui n'en fournissent pas d'autres, sauf cependant le nerf que le rameau supérieur envoie au dernier organite nerveux du tube post-orbitaire.

» III. Le nerf latéral du *Cyclopterus* a été décrit par Stannius; mais l'espace me manque ici pour analyser sa description, qui n'est pas parfaitement exacte. Il donne d'abord les deux rameaux dorsaux *operculaire* et *surtemporal;* puis, après un certain parcours dans la cavité branchiale, il s'engage sous la ceinture scapulaire et, pendant son trajet sous la face interne de cet organe, il émet un rameau supérieur qui est l'homologue de celui du *Liparis*. Ce rameau ne tarde pas à s'enfoncer légèrement dans le derme du Cycloptère et chemine ainsi jusqu'au niveau de la moitié de l'intervalle qui sépare les deux dorsales. Le nerf latéral, au contraire, court sous l'aponévrose du muscle grand latéral du tronc jusqu'au niveau de la verticale passant par le pied du premier rayon de la seconde dorsale. Ces nerfs restent tous deux dans l'espace compris entre la rangée supérieure et la rangée moyenne de gros tubercules.

» IV. La peau du *Cyclopterus* est couverte d'une telle quantité de tubercules, qu'il est impossible de découvrir à sa surface les organes terminaux du nerf latéral. Heureusement, j'ai pu les apercevoir et étudier leur disposition sur un jeune individu long de 35^{mm}, conservé dans l'alcool depuis plusieurs années.

» Ce petit poisson a déjà la forme de l'adulte et possède toutes les rangées de gros tubercules qu'on observe sur les flancs, sur la tête et sur le dos de ce dernier; mais les petits qui couvrent toute la surface du corps ne sont pas encore développés, de sorte que, dans les intervalles des rangées dont je viens de parler, la peau est presque nue, ce qui facilite beaucoup son examen. Quand on regarde sous une forte loupe l'intervalle compris entre la rangée supérieure et la rangée moyenne de gros tubercules, on aperçoit une série de neuf à dix petites élévations de la peau à sommet creusé d'une fossette, qui ne sont autre chose que des organes nerveux terminaux, comme le démontre clairement l'examen microscopique. Cette série, située, comme la série supérieure du *Liparis*, sur le prolongement postérieur de la ligne qui joint les deux orifices muqueux post-orbitaires, longe la rangée supérieure de gros tubercules, en restant constamment à $1^{mm},5$ au-dessous d'elle (sur un animal de 35^{mm} de longueur). C'est cette série unique de neuf à dix organes terminaux qui représente la ligne latérale somatique du Cycloptère.

» En résumé, le résultat de mes recherches est le suivant. Les Cycloptéridés (*Liparis* et *Cyclopterus*) possèdent une ligne latérale parfaitement constituée, dont les organes terminaux céphaliques sont abrités dans trois

systèmes de canaux indépendants [1] (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 648), tandis que ceux du corps sont libres à la surface de la peau et innervés par le nerf latéral. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches physiologiques sur les enveloppes florales* [2]. Note de M. **Georges Curtel**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une première série de recherches, j'ai étudié le rôle physiologique du périanthe, c'est-à-dire du calice et de la corolle.

» Les enveloppes de la fleur, la corolle surtout, en général brillamment colorées, serviraient, d'après divers observateurs, à attirer les insectes et, par suite, à favoriser chez les plantes la fécondation croisée. De nombreuses observations ont montré l'inexactitude ou tout au moins l'exagération de cette loi, énoncée par Darwin. Il restait alors à rechercher ailleurs le rôle du périanthe. C'est ce que j'ai essayé de faire et j'exposerai ici quelques-uns de mes résultats.

» Un sépale, un pétale constituent une sorte de lame cellulaire très mince, aux parois peu épaisses. Cette lame, formée d'éléments oxydables, gorgée d'eau, manifeste une intensité respiratoire et transpiratoire considérable.

1. Transpiration.

» Dans toutes les expériences auxquelles je me suis livré, la fleur, la corolle en particulier, a toujours montré, au moins dans l'obscurité ou sous une faible lumière, une activité transpiratoire supérieure à celle de la feuille, à égalité de surface. Ce fait est d'autant plus intéressant que les stomates sont rares et parfois absents dans cette région de la plante.

» Voici un exemple :

» Prenant une fleur de *Cobæa scandens*, je supprime le calice, les étamines et l'ovaire, et je recouvre de mastic de Lhomme-Lefort les blessures faites à la fleur pour éviter les pertes d'eau par évaporation qui pourraient se produire en ces points. Le pédoncule floral est plongé dans un tube plein d'eau, mastiqué à ses deux extrémités.

---

[1] Il y a aussi sur la tête quelques organes terminaux libres semblables à ceux qu'on trouve sur le corps; ils ne sont pas disposés en séries et sont probablement sous la dépendance du facial ou du trijumeau.

[2] Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.

Je pèse le tout avant et après l'opération. La perte de poids me donne la quantité d'eau transpirée. J'ai vu ainsi dans le même temps la fleur de *Cobœa* perdre $0^{gr},220$, alors qu'une feuille de *Cobœa* de même surface produit seulement $0^{gr},137$ à la lumière diffuse faible.

2. Respiration.

» 1. *Intensité.* — L'intensité respiratoire de la fleur est considérable; elle s'est manifestée généralement comme beaucoup plus grande que celle de la feuille de la même espèce. De plus, j'ai pu constater la généralité de ce fait observé déjà sur quelques fleurs, à savoir : que la lumière agit sur la fleur en éliminant l'intensité respiratoire.

» Je me suis demandé, à ce propos, comment se comporteraient des fleurs de même espèce, de coloration variée. J'ai exposé successivement poids égaux de *Phlox paniculata,* l'un blanc et l'autre rouge, d'*Helichrysum bracteatum,* l'un blanc et l'autre jaune, etc. J'ai vu que les fleurs colorées respiraient toujours d'une façon plus intense que les fleurs incolores. On peut s'expliquer ce résultat, car la lumière, perdant au travers de l'écran coloré qu'elle traverse une partie de ses rayons, doit exercer sur la respiration de la fleur une action retardatrice moindre.

» 2. *Nature de la respiration.* — Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ de l'acide carbonique dégagé à l'oxygène absorbé est très variable suivant qu'il y a ou non de la chlorophylle dans la région observée. Il est toujours inférieur à l'unité, souvent même beaucoup plus faible; 0,60, 0,50, moins encore, sont des rapports qui se rencontrent très fréquemment. Pour les feuilles, au contraire, ce rapport est généralement voisin de l'unité.

» Donc, dans la fleur, la quantité d'oxygène absorbé est beaucoup plus considérable que celle de l'acide carbonique rejeté; il en résulte donc une oxydation énergique de la fleur.

3. Assimilation.

» Souvent les sépales sont colorés en vert. Ils assimilent alors très nettement, bien que le rapport $\frac{O}{CO^2}$ résultant des deux actions inverses, respiration et assimilation, ait une valeur très faible. Ceci s'explique par l'intensité respiratoire de la fleur qui persiste et se superpose au phénomène chlorophyllien en le diminuant en apparence. Un assez grand nombre de fleurs ont leur périanthe tout entier chargé de chlorophylle. Parfois ce périanthe manifeste un dégagement d'oxygène très net. Mais, le plus sou-

vent, le phénomène assimilatoire est masqué par la respiration qui l'emporte sur lui. On trouve alors un dégagement d'acide carbonique et un rapport $\frac{CO^2}{O}$ très faible. Il est dans ce cas toujours aisé de mettre en évidence le phénomène chlorophyllien en comparant, à la lumière et à l'obscurité, toutes autres conditions étant égales d'ailleurs, les rapports des gaz échangés.

» Le périanthe floral nous apparaît donc comme un organe dont la surface considérable et la faible épaisseur favorisent à la fois la respiration et la transpiration.

» Or on admet généralement que de l'oxydation et de l'hydratation de la chlorophylle dérivent les matières colorantes pigmentaires de la série xanthique et, de l'oxydation des tannins divers, celles qui sont en solution dans le suc cellulaire (série cyanique). On pourrait donc considérer la coloration intense du périanthe comme une simple résultante de l'activité respiratoire de cette région et non comme le résultat d'une adaptation réciproque de la fleur à l'insecte en vue de favoriser la fécondation croisée.

» De quelle utilité peut être pour la fleur cette activité respiratoire?

» On sait que les fruits contiennent généralement des produits d'oxydation plus ou moins avancée. On peut admettre que le périanthe floral sert à la préparation d'une partie de ces produits.

» En résumé, nous concluons :

» *La fleur possède des fonctions respiratoire et transpiratoire énergiques, supérieures, en général, à celles de la feuille de la même plante, du moins à l'obscurité ou à la lumière diffuse peu intense.*

» *L'assimilation, généralement faible, est voilée ou tout au moins diminuée par la respiration beaucoup plus intense.*

» *Le rapport du volume de l'acide carbonique émis à celui de l'oxygène absorbé est toujours faible et inférieur à l'unité.*

» Il en résulte une oxydation énergique du périanthe floral.

» Le résultat de cette oxydation peut être la préparation d'une partie des produits d'oxydation nécessaires au fruit et la formation aux dépens des tannins ou de la chlorophylle de substances colorantes, qui donneront aux enveloppes florales leur éclat caractéristique. »

GÉOLOGIE. — *Sur les éruptions porphyriques de l'île de Jersey.* Note de M. **A. de Lapparent**, présentée par M. Daubrée.

« En 1884, j'ai donné, devant la Société géologique de France ([1]), quelques détails sur les roches éruptives de Jersey. Une importante série de ces roches m'avait été adressée par le R. P. Ch. Noury, auteur d'une bonne carte et d'une description géologiques de l'île, et mon attention avait été attirée de préférence par une suite de porphyres à pâte compacte, où l'on pouvait observer toutes les variations possibles, depuis la texture pétrosiliceuse jusqu'à la disposition sphérolithique. Les pyromérides surtout étaient remarquables par l'énorme dimension de leurs éléments, les séparations sphéroïdales, au lieu de se réduire, comme d'ordinaire, à des globules de quelques millimètres, devenant d'énormes boules, à structure écailleuse, capables d'atteindre jusqu'à 65^{cm} de diamètre.

» A cette époque, d'après les renseignements que je possédais, ces porphyres, qui couvrent presque toute la moitié orientale de l'île, paraissaient superposés aux schistes cambriens, tandis qu'ils supportaient un conglomérat à gros éléments, développé entre la baie de Sainte-Catherine et la pointe de Rozel, conglomérat qu'Ansted avait attribué au *nouveau grès rouge* (*new red sandstone*). Cette relation me parut suffisante pour établir l'âge permien des épanchements de porphyres, conclusion qui semblait, en outre, pleinement justifiée par la grande analogie de plusieurs de ces types porphyriques et globulaires avec ceux qui, dans les Vosges, le Morvan et l'Esterel, sont subordonnés au terrain permien.

» Depuis lors, j'ai eu l'occasion de me convaincre, lors d'une tournée faite en 1888 dans le pays de Galles, sous la direction de M. Hicks, que des nappes de *felstones* ou porphyres pétrosiliceux authentiques, intercalées au milieu des schistes infra-cambriens, avaient fourni de nombreux galets au conglomérat qui, superposé à ces schistes, supporte lui-même les ardoises violettes de Llanberis. De plus, M. Bigot, en 1888 ([2]), et M. Hill, en 1889 ([3]), ont étudié le groupe septentrional des îles anglo-normandes, et tous deux

---

([1]) *Bulletin*, 3e série, t. XII, p. 284.

([2]) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XVI, p. 412.

([3]) *Quarterly Journal of the geol. Society of London*, t. XLV, p. 380.

ont été d'accord pour attribuer au cambrien un grès qui, dans ces îles, renferme des morceaux de porphyre, de microgranulite et même de pyroméride.

» Comme ce grès peut difficilement être séparé du conglomérat de Jersey, l'erreur commise à propos de ce dernier, et par suite à propos de l'âge des porphyres, me parut dès lors évidente. Mais, pour pouvoir me rectifier avec quelque autorité, je dus attendre qu'il m'eût été possible de voir les choses en place.

» Ce souhait a été réalisé au commencement du mois de juillet dernier. L'étude des falaises comprises entre l'anse de la Saline, sur la côte nord de l'île, et le château de Montorgueil, sur la côte orientale, m'a amené à constater que les porphyres, au lieu de reposer simplement sur les schistes, leur étaient partout subordonnés, aussi intimement que peuvent l'être, à Llanberis, les *felstones* vis-à-vis des phyllades infracambriens. La formation éruptive débute par des brèches et des tufs, où les éléments d'origine interne sont complètement mélangés avec les fragments de schiste, et auxquels s'associent souvent des veines et même des couches de jaspe rouge.

» La limite respective des schistes et des porphyres est assez difficile à tracer, précisément à cause de ces formations mixtes, pour lesquelles l'épithète de *métamorphiques* conviendrait mal; car leur constitution ne paraît pas résulter d'une transformation ultérieure et doit tenir à l'enchevêtrement de l'action éruptive et d'un phénomène sédimentaire contemporain. A cette catégorie appartiennent les roches voisines de la Maison Saint-Louis, où de grands cristaux maclés d'orthose se détachent en clair sur une pâte vert sombre, comme dans le porphyre vert-antique. En quelques points, ces cristaux ont été décomposés et pénétrés de calcite lamellaire ou remplacés par de l'épidote.

» C'est à la partie supérieure du système qu'apparaissent les porphyres bruns à pâte compacte, remarquables par la régularité de leur division en prismes. A leur tour, ceux-ci sont couronnés par les pyromérides, sur lesquelles, à la Tête des Hougues, repose immédiatement le conglomérat de Rozel. Ce dernier débute par quelques strates minces, de couleur pourpre, à petits éléments, lesquelles alternent avec des bancs à très gros fragments schisteux, granitiques et porphyriques. Enfin le conglomérat est recoupé en plusieurs points par des veines régulières de porphyrite micacée ou amphibolique.

» Il est donc exact de dire, avec M. Davies, que les porphyres de Jersey sont des *rhyolites anciennes*. Ces porphyres ont été relevés et disloqués avec les schistes encaissants, et le conglomérat paraît bien être, comme l'ont indiqué MM. Bigot et Hill, de l'âge des poudingues pourprés de Normandie. De plus, on voit à Jersey, en filons dans la syénite, des porphyres globulaires, d'aspect granitique, qui, sur les salbandes, prennent une pâte aussi compacte que celle des elvans.

» Ainsi paraît se confirmer de plus en plus l'idée que la texture des roches éruptives dépend beaucoup moins de leur âge géologique (comme j'ai été longtemps disposé à le croire, à la suite de plusieurs géologues éminents), que des circonstances spéciales de la sortie de ces roches. Cette manière de voir, déjà ancienne, mais développée récemment, avec un éclat particulier, par M. Rosenbusch, paraît destinée à triompher définitivement, avec cette restriction, qu'au lieu d'attribuer, comme on le fait en Allemagne, une part absolument prépondérante, sinon exclusive, aux conditions de profondeur et de température, il est vraisemblable qu'une grande influence doit être accordée à la façon dont s'est accompli le départ des dissolvants ou éléments minéralisateurs. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 octobre 1890.

Traité de Mécanique céleste; par F. Tisserand. — Tome II : *Théorie de la figure des corps célestes et de leur mouvement de rotation.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. in-4°.

Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel, 5e fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; br. in-4°. (Présenté par M. l'amiral Mouchez.)

La génération des minéraux métalliques, dans la pratique des mineurs du moyen âge, d'après le Bergbüchlein; *par* M. Daubrée. Paris, Imprimerie nationale, 1890; br. in-4°.

Essai d'une théorie rationnelle des Sociétés de secours mutuels; par Prosper de Lafitte. 2e édition. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Guide pratique du chimiste de distillerie et de sucraterie; par E. Guillemin. Paris, J. Michelet, 1890; 1 vol. in-12.

Les hydrates de carbone chez les Champignons; par M. Em. Bourquelot. Lons-le-Saunier, Lucien Declume, 1890; br. in-8°. (Présenté par M. Duclaux.)

Tumeurs lymphadéniques multiples avec leucémie; par MM. Kelsch et Vaillard; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Archives italiennes de Biologie, publiées sous la direction de A. Mosso. Turin, Hermann Loescher, 1890; 1 vol. in-8°.

Le magnétisme atmosphérique; par A. Fortin. Paris, Georges Carré, 1890; 1 vol. in-12.

La navigation fluviale; par Th. Carro. Meaux, A. Le Blondel; Paris, J. Michelet, 1890; 1 vol. in-12.

Notice sur le climat du Caire; par M. J. Barois (Extrait du *Bulletin de l'Institut égyptien,* année 1889). Le Caire, Jules Barbier, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens, Tome VII, août-octobre 1890, n° 71. Paris, Gauthier-Villars et fils; br. gr. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris; par M. F. Tisserand, Tome VII, août 1890. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; br. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, 4e série, publiée par Camille Jordan. Tome VI, année 1890; fasc. n° 3. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; br. in-4°.

Notice. — Prof. Jas. D. Dana's « Characteristics of Volcanoes; by W. L. Green. Honolulu, *H. L. Hawahan Gazette* Company's press, 1890; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Transactions of the Wagner free Institut of Science of Philadelphia, vol. 3. Philadelphia, 1890; 1 vol. gr. in-8° (trois exemplaires.)

Estadistica general de la Republica Mexicana, à cargo del Dr ANTONIO PENAFIEL, año V, Mexico, 1889, núm. 5. Mexico, oficina tip. de la secretaria de Fomento, 1890; 1 vol. in-4°.

Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, aus dem Jahre 1889. Berlin, 1890; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 20 OCTOBRE 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Étude du mouvement d'un double cône paraissant remonter, quoique descendant, sur un plan incliné;* par M. **H. Resal**.

« Il s'agit d'un vieil instrument, dont il existe deux spécimens au Conservatoire des Arts et Métiers, qui, depuis l'abbé Nollet, à l'exception toutefois de M. Daguin, n'est plus mentionné par les auteurs d'Ouvrages de Physique. Cet instrument jouit cependant, au point de vue mécanique, de propriétés intéressantes dont l'étude élargit notablement le cercle, trop restreint, des problèmes relatifs au roulement des solides.

» Le plan incliné est déterminé par deux guides, dont la section est rectangulaire, qui sont assemblés de manière à déterminer un angle dont le sommet est en bas. Les guides sont également inclinés sur l'horizon, et leurs faces latérales sont verticales. Les deux cônes constituant le solide (S) sont identiques. Lorsque le solide remplit certaines conditions et qu'on

le place sur le plan incliné de manière que son équateur coïncide avec le plan vertical de la bissectrice de l'angle, le solide s'élève en s'appuyant sur les arêtes extérieures et intérieures (*directrices*) des guides.

» Soient

O le sommet de l'angle des directrices et Ox la bissectrice de leur angle 2φ;
Oy la normale au plan incliné xOz;
2α, h l'angle de la section méridienne et la hauteur des cônes;
x_1, y_1 les coordonnées du centre C de l'équateur;
l, m, n les angles avec Ox, Oy, Oz de la normale au point (x, y, z) de la surface du solide (S).

» Il suffit de considérer celui des deux cônes qui est situé du côté des z positifs. On a

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = (z - h)^2 \operatorname{tang}^2 \alpha \tag{1}$$

pour l'équation de la surface du cône;

$$\frac{\cos l}{x_1 - x} = \frac{\cos m}{y_1 - y} = -\frac{\cos n}{h - z} \tag{2}$$

et

$$y = 0, \qquad z = x \operatorname{tang} \varphi \tag{3}$$

pour les équations de la directrice.

» De la combinaison des équations (1) et (3) résulte une équation du second degré en x, et, en exprimant que ses racines sont égales, on trouve

$$h - x_1 \operatorname{tang}\varphi = y_1 \sqrt{\cot^2 \alpha - \operatorname{tang}^2 \varphi}, \tag{4}$$

en remarquant que $y_1 > 0$ pour $x_1 = 0$. On doit donc satisfaire à la condition

$$90^\circ - \alpha > \varphi, \tag{5}$$

ce qui effectivement et *a priori* doit avoir lieu pour que le double cône puisse se loger entre ses guides. On voit ensuite que *le centre* C *décrit une droite*. Si l'on désigne par χ, ζ les valeurs de x, z pour le point de contact ou d'appui, on a

$$\tag{6} \left\{ \begin{aligned} x_1 - \chi &= \frac{(h - x_1 \operatorname{tang}\varphi) \operatorname{tang}\varphi}{\cot^2 \alpha - \operatorname{tang}^2 \varphi}, \\ y_1 &= \frac{h - x_1 \operatorname{tang}\varphi}{\sqrt{\cot^2 \alpha - \operatorname{tang}^2 \varphi}}, \\ (h - \zeta) \operatorname{tang}^2 \alpha &= \frac{h - x_1 \operatorname{tang}\varphi}{\sqrt{\cot^2 \alpha - \operatorname{tang}^2 \varphi}}. \end{aligned} \right.$$

» En représentant par λ, μ, ν les valeurs l, m, n qui se rapportent à l'appui, les équations (2) et (6) donnent

$$(7)\quad \cos\lambda = \operatorname{tang}\varphi \sin\alpha, \quad \cos\mu = \sin\alpha\sqrt{\cot^2\alpha - \operatorname{tang}^2\varphi}, \quad \cos\nu = -\sin\alpha.$$

» Il résulte de ce qui précède que (S) reste en contact avec deux *plans directeurs*, qu'on peut substituer aux guides, définis par

$$x\cos\lambda + y\cos\mu \mp z\sin\alpha = 0.$$

L'intersection de ces deux plans, représentée par

$$y = -\frac{x\cos\lambda}{\cos\mu} = -x\operatorname{tang}(i+\theta),$$

est l'enveloppe de la circonférence de l'équateur.

» En tenant compte de la compressibilité de la matière, les choses se passent comme si (S) s'appuyait sur chacun des guides, suivant une bande très étroite comprise dans le plan directeur correspondant. Soient maintenant Ox' l'horizontale du point O; Oy' sa verticale menée en sens inverse de la pesanteur; θ l'angle xOx'. On a

$$(8)\quad y'_1 = \frac{\operatorname{tang}\theta\sqrt{\cot^2\alpha - \operatorname{tang}^2\varphi} - \operatorname{tang}\varphi}{\operatorname{tang}\theta\operatorname{tang}\varphi + \sqrt{\cot^2\alpha - \operatorname{tang}^2\varphi}}x'_1 + \frac{h}{\sin\theta\operatorname{tang}\varphi + \cos\theta\sqrt{\cot^2\alpha - \operatorname{tang}^2\varphi}}.$$

» Pour que le mouvement ait lieu comme on l'a supposé, il faut que le coefficient de x'_1 soit négatif ou que

$$(9)\quad \operatorname{tang}\theta < \frac{\operatorname{tang}\varphi}{\sqrt{\cot^2\alpha - \operatorname{tang}^2\varphi}},$$

ce qui revient à

$$(9')\quad \operatorname{tang}\theta < \frac{\cos\lambda}{\cos\mu}.$$

» En désignant par i l'angle aigu formé avec Ox' par la droite décrite par c, on a

$$(10)\quad \begin{cases} \sin i = (\operatorname{tang}\varphi - \operatorname{tang}\theta\sqrt{\cot^2\alpha - \operatorname{tang}^2\varphi})\cos\theta\operatorname{tang}\alpha, \\ \cos i = (\operatorname{tang}\theta\operatorname{tang}\varphi + \sqrt{\cot^2\alpha - \operatorname{tang}^2\varphi})\cos\theta\operatorname{tang}\alpha, \\ \sin(i+\theta) = \operatorname{tang}\varphi\operatorname{tang}\alpha = \dfrac{\cos\lambda}{\cos\alpha}, \\ \cos(i+\theta) = \operatorname{tang}\alpha\sqrt{\cot^2\alpha - \operatorname{tang}^2\varphi} = \dfrac{\cos\mu}{\cos\alpha}. \end{cases}$$

» Soient s le chemin décrit par le point C à partir de l'instant initial; a

la valeur initiale censée donnée de x_1; on a

$$s = \sqrt{(x_1 - a)^2 + (x_1 - a)^2 \frac{\tang^2\varphi}{\cos^2\alpha - \tang^2\varphi}} = \frac{(x_1 - a)\cot\alpha}{\sqrt{\cot^2\alpha - \tang^2\varphi}},$$

d'où

$$(11) \qquad x_1 = a + s\sqrt{\cot^2\alpha - \tang^2\varphi}\,\tang\alpha,$$

par suite,

$$(12) \qquad y_1 = b - s\frac{\cos\lambda}{\cos\alpha},$$

en désignant par b la valeur initiale de y_1 (1).

» L'élément superficiel $d\sigma$ de (S) commun avec un plan directeur ne peut pas venir coïncider, au bout du temps dt, avec un élément suivant du plan; de sorte que le glissement, tel qu'on l'entend, ne peut pas se produire. Voyons maintenant si l'hypothèse du roulement est admissible. Soient V la vitesse de C et ω la vitesse angulaire de (S) autour de son axe de révolution; pour que la vitesse du point (χ, ζ) soit nulle, il faut que

$$\omega(x_1 - x) = V\sin(i + \theta), \qquad \omega y_1 = V\cos(i + \theta),$$

d'où

$$\frac{x_1 - x}{y_1} = \tang(i + \theta) = \frac{\cos\lambda}{\cos\mu},$$

et, comme c'est ce qui résulte des deux premières des formules (6), il est permis d'admettre que, à l'instant t, le mobile a pour axe instantané la parallèle à Oz qui joint les points (χ, ζ), $(\chi, -\zeta)$. On a donc seulement, pour exprimer le roulement,

$$(13) \qquad \omega = \frac{V\cos\mu}{y_1\cos\alpha}.$$

Cette rotation se décompose en deux autres : l'une suivant la normale à la surface de (S) au point (χ, ζ), l'autre comprise dans le plan tangent. La première a pour effet de déplacer un élément superficiel $d\sigma'$ de (S) qui fait suite à $d\sigma$; la seconde de faire coïncider $d\sigma'$ avec un élément du plan directeur. La réaction tangentielle de ce plan sur (S) est dirigée en sens in-

---

(1) La plus petite valeur a_0 de a et la plus grande valeur b_0 de b sont celles de x_1, y_1 données par les formules (6) lorsqu'on y fait $\chi = 0$, savoir

$$a_0 = h\tang^2\alpha\frac{\cos^2\lambda}{\cos^2\mu}, \qquad b_0 = \frac{h\sin\alpha}{\cos\mu}\left(1 - \tang^2\alpha\frac{\cos^2\lambda}{\cos^2\mu}\right).$$

verse de la vitesse du point de contact, et est, par conséquent, perpendiculaire au plan de la normale et de la parallèle à Oz en (χ, ζ). Comme la direction de T est comprise dans le plan tangent et qu'elle est parallèle au plan xOy, elle coïncide avec la tangente au parallèle passant par le point (χ, ζ). Si ε est l'angle formé par T avec Ox, on a

$$\cos\varepsilon\cos\lambda + \sin\varepsilon\sin\mu = 0,$$

d'où

$$\sin\varepsilon = \frac{\cos\lambda}{\cos\alpha} = \sin(i + \theta), \qquad \cos\varepsilon = -\frac{\cos\mu}{\cos\alpha} = -\cos(i + \theta).$$

Il suit de là que T est parallèle à la direction de $-s$, ce qui devait être prévu.

» La composante $N\cos\alpha$, dans le plan xOy de la réaction normale N d'un appui sur (S), est perpendiculaire à la droite fixe décrite par C, comme il est facile de le vérifier, eu égard aux formules (7) et (10). Nous avons donc pour les équations du mouvement de C, en supposant la masse de (S) égale à l'unité,

$$(14) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dV}{dt} = g\sin i - 2T, \\ &g\cos i = 2N\cos\alpha. \end{aligned} \right.$$

La réaction N rencontre le plan directeur en un point de la direction de $-T$, distant du point de contact géométrique du coefficient de roulement δ. En transportant cette force parallèlement à elle-même en ce dernier point, on obtient un couple; mais, pour les deux appuis, les couples se réduisent à un seul, compris dans le plan xOy et dont le moment est

$$2N\delta(\cos\mu\cos\varepsilon - \cos\lambda\sin\varepsilon) = -\frac{2N\delta}{\cos\alpha},$$

» Si l'on désigne par $\rho^2 = \frac{3}{10}h^2$ le moment d'inertie de (S) par rapport à son axe de révolution, on a

$$\rho^2\frac{d\omega}{dt} = 2T[-y_1\cos\varepsilon + (x_1 - \chi)\sin\varepsilon] - \frac{2N\delta}{\cos\alpha};$$

mais les équations (6) donnent

$$(6') \qquad x_1 - \chi = \frac{y_1 \operatorname{tang}\varphi}{\sqrt{\cot^2\alpha - \operatorname{tang}^2\varphi}} = y_1\frac{\cos\lambda}{\cos\mu},$$

par suite

$$\rho^2\frac{d\omega}{dt} = 2T\frac{\cos\alpha}{\cos\mu}y_1 - \frac{2N\delta}{\cos\alpha}.$$

» Si l'on remplace ω, T, N par leurs valeurs déduites des équations (13) et (14), on trouve

$$(\rho^2\cos^2\mu + y_1^2\cos^2\alpha)\frac{dV}{dt} - \frac{\rho^2\cos^2\mu}{y_1}V\frac{dy_1}{dt} = gy_1\left(y_1\sin i\cos^2\alpha - \frac{\delta\cos i\cos\mu}{\cos\alpha}\right);$$

mais il est facile de reconnaître que

$$\frac{dV}{dt} = V\frac{dV}{ds} = -\frac{1}{2}\frac{\cos\lambda}{\cos\alpha}\frac{dV^2}{dy_1}, \qquad \frac{dy_1}{dt} = -V\frac{\cos\lambda}{\cos\alpha};$$

par suite

$$(\rho^2\cos^2\mu + y_1^2\cos^2\alpha)\frac{dV^2}{dy_1} - \frac{2\rho^2}{y_1}\cos^2\mu V^2$$
$$+ 2gy_1\frac{\cos\alpha}{\cos\lambda}\left(y_1\sin i\cos^2\alpha - \frac{\delta\cos i\cos\mu}{\cos\alpha}\right) = 0.$$

» La loi que suit le coefficient de roulement δ n'est pas bien connue; cependant les résultats des expériences de Morin et de Dupuit sont assez bien représentées par la formule

$$\delta = K\sqrt{\frac{R}{R+K'}},$$

dans laquelle K, K' sont deux constantes dépendant de la nature du corps en contact et R le rayon de courbure de la section normale du corps roulant menée par la direction de T. Dans le cas actuel, on a $R = \frac{r}{\cos\alpha}$, r étant le rayon du parallèle mené par le point (χ, ρ). Mais on a, en se reportant à la formule (6'),

$$r = \sqrt{(x_1 - x)^2 + y_1^2} = y_1\frac{\cos\alpha}{\cos\mu},$$

par suite

$$\delta = K\sqrt{\frac{y_1}{y_1 + K'\cos\mu}};$$

mais, comme K n'atteint pas 2^{mm} et que K' n'est pas inférieur à 1^m, on peut négliger δ dans l'équation ci-dessus, laquelle donne, en exprimant que $V = 0$ pour $y_1 = b$,

$$V^2 = \frac{2g\sin i\cos^3\alpha}{\cos\lambda}\frac{y_1^2(b - y_1)}{\rho^2\cos^2\mu + b^2\cos^2\alpha}. \tag{16}$$

» Cette équation aurait pu s'écrire immédiatement, car elle n'est que la traduction de celle de Kœnig.

» La vitesse V, nulle pour $y_1 = b$, redevenant nulle pour $y_1 = 0$, c'est-à-dire à l'instant où le solide est sur le point de quitter le plan incliné,

doit passer par un maximum. Si l'on remarque que

$$\frac{dV}{dy_1} = \frac{dV}{dt}\frac{dt}{dy_1} = -\frac{\cos\alpha}{\cos\lambda}\frac{dV}{dt}\frac{ds}{dt} = -\frac{\cos\alpha}{\cos\lambda}\frac{1}{V}\frac{dV}{dt},$$

on déduit de l'équation (16), pour l'accélération de C,

$$(17)\qquad \frac{dV}{dt} = g\sin i\cos^2\alpha\, y_1\, \frac{(y_1^3\cos^2\alpha + 3\rho^2\cos^2\mu\, y_1 - 2b\rho^2\cos^2\mu)}{(\rho^2\cos^2\mu + y_1^2\cos^2\alpha)^2}.$$

» La valeur de y_1 qui rend V maximum est donnée par

$$y_1^3 + 3\rho^2\frac{\cos^2\mu}{\cos^2\alpha}y_1 - 2b\rho^2\frac{\cos^2\mu}{\cos^2\alpha} = 0,$$

d'où

$$y_1 = \left(\rho\frac{\cos\mu}{\cos\alpha}\right)^{\frac{2}{3}}\left(\sqrt[3]{\sqrt{b^2+\rho^2\frac{\cos^2\mu}{\cos^2\alpha}}+b} - \sqrt[3]{\sqrt{b^2+\rho^2\frac{\cos^2\mu}{\cos^2\alpha}}-b}\right).$$

» La plus grande valeur de $\frac{dV}{dt}$ correspond à $y_1 = b$ et son minimum à la racine positive de l'équation

$$y_1^2 + 4by_1 - 3\rho^2\frac{\cos^2\mu}{\cos^2\alpha} = 0.$$

On déduit des équations (13) et (16)

$$\omega = \sqrt{\frac{2g\sin i\cos\alpha\cos^2\mu}{\cos\lambda}\,\frac{b-y_1}{\rho^2\cos^2\mu + y_1^2\cos^2\alpha}}.$$

Cette vitesse angulaire est croissante à partir de o; car l'équation $\frac{d\omega}{dy_1} = 0$ a deux racines : une plus grande que b et l'autre négative. Il résulte de là que la plus grande valeur de ω répond à $y_1 = 0$. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur des éclairs allant à la rencontre l'un de l'autre;* par M. A. Trécul.

« M. Trouvelot a fait à l'Académie, le 29 septembre (p. 483 de ce vol.), une Communication fort intéressante. Il décrit des éclairs très singuliers qu'il observa pendant un orage du 8 mai 1890. Parmi ces éclairs, « il y en » avait d'horizontaux et de verticaux allant de la nue à l'horizon. Ceux qui » étaient horizontaux se distinguaient par une forme arborescente bien dé- » cidée. En général, ils se montraient isolément; mais plusieurs, qui appa-

» raissaient deux à la fois, venaient de directions opposées et marchaient » à l'encontre l'un de l'autre. »

« Une paire de décharges lui apparut dans des conditions particulière- » ment favorables pour l'observation. L'apparition fut simultanée : deux » points de la nuée s'allumèrent au même instant, et deux masses éblouis- » santes de lumière se précipitèrent l'une vers l'autre en se divisant en » nombreuses branches qui, elles-mêmes, se subdivisaient en branches » plus petites. La rencontre, qui semblait inévitable, n'eut pas lieu » cependant. »

» M. Trouvelot assimile ces éclairs à « deux étincelles électriques, abso- » lument semblables, sauf la grandeur, aux étincelles des machines d'in- » duction. »

» Je demande à l'Académie la permission de lui rappeler que, il y a dix ans, je lui communiquai une observation dont le résultat principal a beaucoup d'analogie avec celui de M. Trouvelot, quoique les circonstances dans lesquelles il fut obtenu fussent bien différentes.

» C'était pendant l'orage du 19 août 1880; de petites colonnes lumineuses semblaient envelopper quelques-uns des paratonnerres de l'Entrepôt des vins, que, toutefois, je ne distinguais pas, la nuit commençant. Plusieurs de ces colonnettes s'épanouissaient, au-dessus des paratonnerres, en magnifiques éclairs à peu près circulaires ou obovés. Ce n'est pas d'eux que je veux parler. Mais, à deux reprises différentes « je vis deux de ces » colonnettes lumineuses s'élevant simultanément et parallèlement, à une » distance que je jugeai égale à celle qui sépare deux paratonnerres voi- » sins. A une certaine hauteur qui ne devait guère dépasser celle des para- » tonnerres, elles se précipitaient l'une vers l'autre, exactement à angle » droit. Elles étaient alors terminées en pointe, et s'éteignaient sans dé- » flagration et sans bruit, avant de s'être réunies. » (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 408).

» Tel est le fait, que je publiai alors dans toute sa simplicité, sans l'accompagner d'aucune réflexion théorique, pensant que sa seule indication en disait assez. Ne mérite-t-il pas d'être rappelé et rapproché de ces éclairs ramifiés, marchant l'un vers l'autre, que M. Trouvelot assimile à des étincelles de machines d'induction. Certes, les pointes de mes deux paratonnerres peuvent être considérées, sans aucune exagération, comme les pôles d'une telle machine, et mes deux colonnettes lumineuses, courbées à angle droit, occupant chacune une grande partie de l'intervalle qui sépare deux paratonnerres, peuvent, à bon droit, être regardées comme des étincelles élec-

triques *simples* et gigantesques, tout aussi bien au moins que les éclairs *ramifiés plusieurs fois* de M. Trouvelot.

» Je n'ai pour but dans cette Note que de rappeler un fait que l'observation de M. Trouvelot, sous une autre forme, vient confirmer. »

M. **Agardh**, Correspondant pour la Section de Botanique, fait hommage à l'Académie de la sixième et dernière Partie d'un travail intitulé *Till Algernes Systematik*. Ce Fascicule contient les descriptions de plusieurs Algues australiennes, des observations sur la structure et les caractères des *Dasya*, avec une classification nouvelle des espèces de ce genre.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Arnaudeau** soumet au jugement de l'Académie la description et les dessins d'un peson à fil à plomb et d'une balance roulante, pour remplacer, dans les pesées usuelles, les pesons et les balances à ressort.

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Levy, Sarrau.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (19 *mars* 1890), *faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet, L. Picart *et* Courty. Note de M. G. **Rayet**, présentée par M. Mouchez.

Positions apparentes de la comète Brooks.

Dates 1890.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Juin 21....	11. 4.40,9	15.59.26,02	$\bar{1}$,456	24.40. 4,3	0,462	1	G. Rayet.
22....	10.19. 5,9	15.49.53,58	$\bar{1}$,163	24.54. 5,6	0,483	2	G. Rayet.
23....	10.28.27,8	15.40.18,33	$\bar{1}$,383	25.11. 0,0	0,461	3	G. Rayet.
24....	10. 0.54,2	15.31.20,11	$\bar{1}$,248	25.29.37,4	0,466	4	L. Picart.
25....	10.18.37,9	15.22.30,67	$\bar{1}$,476	25.51.19,3	0,427	5	L. Picart.
26....	11.25.11,0	15.13.46,83	$\bar{1}$,767	26.16. 8,8	0,237	6	L. Picart.
Juillet 13....	11. 1.17,2	13.45. 8,39	$\bar{1}$,842	35. 1.50,2	—0,315	7	G. Rayet.
14....	11. 1.57,5	13.42.12,83	$\bar{1}$,844	35.34.22,6	—0,321	8	G. Rayet.
15....	10.43.26,8	13.39.29,07	$\bar{1}$,828	36. 6.15,8	—0,273	9	L. Picart.

Dates 1890.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Juillet 16....	10.10.31,9	13.36.57,34	$\bar{1}$,800	36.37.44,9	—0,154	10	G. Rayet.
18....	10.12.26,5	13.32.11,02	$\bar{1}$,801	37.40.55,2	—0,265	11	L. Picart.
21....	11. 0.37,6	13.20.58,28	$\bar{1}$,822	39.14.28,3	—0,542	12	L. Picart.
27....	10.34.51,8	13.16.25,87	$\bar{1}$,790	43. 5.13,1	—0,586	13	G. Rayet.
30....	10.40. 9,5	13.13.21,65	$\bar{1}$,788	43.29.46,0	—0,634	14	Courty.
31....	9.33.58,8	13.12. 1,29	$\bar{1}$,769	43.54.45,5	—0,498	15	Courty.
Août 1....	10.41.23,0	13. 9.31,36	$\bar{1}$,771	45.12.38,1	—0,688	16	Courty.
5....	11.20.33,9	13. 7.35,82	$\bar{1}$,753	46. 2.29,9	—0,762	17	Courty.
6....	11.10.23,3	13. 6.52,04	$\bar{1}$,750	46.26.22,3	—0,753	18	Courty.
7....	11.11.28,8	13. 6.12,16	$\bar{1}$,742	46.49.32,7	—0,769	19	Courty.
11....	8.44.53,2	13. 4. 0,78	$\bar{1}$,738	48.18.15,3	—0,558	20	Courty.
15....	10. 6. 6,9	13. 2.20,10	$\bar{1}$,736	49.44.35,9	—0,740	21	Courty.
20....	9.50.30,6	13. 0.56,63	$\bar{1}$,723	51.22.53,9	—0,754	22	L. Picart.
21....	9. 9. 9,0	13. 0.44,24	$\bar{1}$,730	51.41.13,8	—0,705	23	L. Picart.
22....	9.59.40,8	13. 0.33,53	$\bar{1}$,712	51.59.59,9	—0,778	24	Courty.
Sept. 1....	8. 9.16,8	12.59.49,04	$\bar{1}$,713	54.47. 5,6	—0,697	25	L. Picart.
2....	8.52.45,3	12.59.50,89	$\bar{1}$,711	55. 2.36,8	—0,760	26	G. Rayet.
3....	8.25.47,5	12.59.52,94	$\bar{1}$,709	55.17.21,8	—0,730	27	G. Rayet.
6....	8. 8.33,6	13. 0. 1,28	$\bar{1}$,706	56. 1. 8,6	—0,729	28	L. Picart.
7....	8. 1.57,9	13. 0. 6,36	$\bar{1}$,705	56.14.30,5	—0,728	29	L. Picart.
8....	8. 2.28,8	13. 0.11,96	$\bar{1}$,702	56.28.42,9	—0,733	30	L. Picart.
9....	8. 4. 1,1	13. 0.18,24	$\bar{1}$,701	56.42.33,2	—0,748	31	L. Picart.
10....	7.52.14,1	13. 0.24,96	$\bar{1}$,707	56.55.23,3	—0,732	32	L. Picart.
11....	8. 0.49,6	13. 0.32,20	$\bar{1}$,699	57. 8.46,3	—0,748	33	L. Picart.
12....	7.42.58,2	13. 0.39,01	$\bar{1}$,701	57.21.16,7	—0,732	34	L. Picart.
14....	8. 3. 4,5	13. 0.55,32	$\bar{1}$,692	57.46.26,7	—0,767	35	G. Rayet.
15....	7.52.51,7	13. 1. 3,87	$\bar{1}$,693	57.58.23,7	—0,760	36	L. Picart.
16....	7.47.27,9	13. 1.13,68	$\bar{1}$,692	58.10.32,0	—0,760	37	G. Rayet.
Oct. 7....	6.55. 9,9	13. 5.33,57	1,668	61.33.35,3	—0,793	38	L. Picart.
8....	6.41.48,5	13. 6.24,04	$\bar{1}$,666	62. 2.32,5	—0,795	39	L. Picart.
12....	6.41.31,6	13. 6.37,40	$\bar{1}$,663	62. 9.25,0	—0,799	40	G. Rayet.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1890,0.

Étoiles de comp.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	Argelander-OEltzen. 15769	15.52.25,82	+2,87	24.54. 3,2	— 7,98
2...	Argelander-OEltzen. 15769	15.52.25,82	2,84	24.54. 3,2	— 8,25
3...	Argelander-OEltzen. 15547	15.35.33,11	2,67	25.12.10,6	— 9,42
4...	Argelander-OEltzen. 15534	15.34.25,12	2,61	25.32.13,7	— 9,68
5...	Argelander-OEltzen. 15387-88	15.22.41,72	2,48	25.43.26,2	—10,48

Étoiles de comp.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
6...	Argelander-OEltzen. 15214	15. 9.29,63	2,31	26.15.56,1	—11,29
7...	Argelander-OEltzen. 13980	13.42.29,57	0,79	35. 1. 3,0	—13,98
8...	Argelander-OEltzen. 13935	13.39.56,92	0,74	35.36.11,1	—13,89
9...	Argelander-OEltzen. 13898	13.37.22,84	0,70	36. 6.24,4	—13,82
10...	Argelander-OEltzen. 13862	13.35.15,53	0,65	36.31.23,2	—13,75
11...	Groombridge. 2027	13.34.54,58	0,59	37.38.16,3	—13,53
12...	Argelander-OEltzen. 13652	13.23.28,19	0,45	38.58.36,7	—13,15
13...	Argelander-OEltzen. 13588	13.18.39,37	0,32	43.10.30,0	—12,09
14...	Argelander-OEltzen. 13587	13.18.55,79	0,26	43.18. 6,9	—11,86
15...	Argelander-OEltzen. 13528	13.14.40,12	0,22	43.53.40,0	—11,61
16...	Argelander-OEltzen. 13398	13. 6.56,59	0,13	45.18.11,2	—10,94
17...	Lalande 24432	13. 3.17,65	0,09	46.14. 4,4	—10,51
18...	Weisse$_2$. H. XIII. 127	13. 8.42,88	0,10	46.24.16,9	—10,51
19...	Weisse$_2$. H. XIII. 40	13. 4.55,59	0,07	46.51.19,2	—10,24
20...	Weisse$_2$. H. XII. 1172	13. 1.10,62	0,02	48.29.20,4	— 9,44
21...	Groombridge. 1954	13. 0.42,81	—0,05	49.48.29,9	— 8,73
22...	Lalande. 24246	12.56.12,03	—0,09	51.21.34,2	— 7,69
23...	Bonn VI. + 38°. 2395	12.56.36,72	—0,09	51.38. 6,7	— 7,52
24...	Weisse$_2$. H. XII. 1187	13. 2. 9,49	—0,08	52. 8.39,8	— 7,50
25...	Bonn VI. + 35°. 2400	12.59.10,90	—0,15	54.46.56,0	— 5,53
26...	Weisse$_2$. H. XIII. 5152	13. 5.38,63	—0,14	55. 6.44,3	— 5,57
27...	Weisse$_2$. H. XII. 1174-75	13. 1.26,88	—0,15	55.23.30,5	— 5,22
28...	Argelander + 34°. 2388 (D. M	13. 1.21,89	—0,17	55.54.29,5	— 4,65
29...	Weisse$_2$. H. XII. 1197	13. 2.42,02	—0,16	56.26.17,6	— 4,49
30...	Weisse$_2$. H. XII. 1197	13. 2.42,02	—0,17	56.26.17,6	— 4,30
31...	Weisse$_2$. H. XII. 1197	13. 2.42,02	—0,18	56.26.17,6	— 4,12
32...	Weisse$_2$. H. XII. 1106	12.57.22,58	—0,19	56.58.33,5	— 3,70
33...	Weisse$_2$. H. XII. 1106	12.57.22,58	—0,19	56.58.33,5	— 3,51
34...	Weisse$_2$. H. XIII. 1	13. 3. 5,09	—0,18	57.21.56,1	— 3,52
35...	Weisse$_2$. H. XII. 1077	12.55.40,12	—0,19	57.47.21,8	— 2,83
36...	W. Struve, *Positiones mediæ*. 1504	13. 4.40,34	—0,18	58. 2.39,2	— 2,96
37...	W. Struve, *Positiones mediæ*. 1504	13. 4.40,34	—0,19	58. 2.39,2	— 2,77
38...	Weisse$_2$. H. XIII. 72	13. 6.48,00	—0,14	61.33.59,3	— 1,69
39...	Weisse$_2$. H. XIII. 109	13. 8. 9,02	—0,12	61.55.25,0	— 2,58
40...	Bonn VI. + 28°. 2203	13. 9.37,22	—0,11	62. 9.20,0	— 2,74

» Les observations sont corrigées de la réfraction.

» Les observations actuelles sont la suite de celles qui ont été publiées dans les *Comptes rendus* du 22 juin. Elles portent à 71 le nombre des positions de la comète Brooks, obtenues à l'Observatoire de Bordeaux. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Remarque relative à une cause de variation des latitudes*. Note de M. **R. Radau**, présentée par M. Tisserand.

« Les oscillations de la mer, aussi bien que divers phénomènes météorologiques (chutes de neige, etc.), peuvent donner lieu à de faibles déviations des axes principaux du globe. Je supposerai donc que le pôle C se trouve écarté de sa position moyenne C_0 d'une quantité $c = c_0 \sin mt$ (m, mouvement diurne du Soleil ou de la Lune). En désignant par α, β, γ les vitesses de déviation des axes principaux, ou les excès de leurs rotations p, q, r sur les rotations moyennes, par ξ, η les coordonnées sphériques, par rapport à C, de la normale G au plan invariable, on arrive aux équations différentielles suivantes (Tisserand, *Mécanique céleste*, t. II, n° 218) :

$$\frac{d\xi}{dt} + (\mu - \gamma)\eta = -\beta,$$
$$\frac{d\eta}{dt} - (\mu - \gamma)\xi = \alpha,$$

où $\mu = \frac{\omega}{305}$, ω étant la vitesse de la rotation diurne. Dans les phénomènes que nous avons en vue, une simple considération géométrique montre qu'il y a lieu de faire $\gamma = \text{const.}$, et

$$\alpha = \gamma c, \qquad \beta = -\frac{dc}{dt}.$$

» En faisant d'abord abstraction des seconds membres, les équations différentielles donneraient

$$\xi = A\cos(\mu - \gamma)t, \qquad \eta = A\sin(\mu - \gamma)t,$$

où l'on pourrait encore écrire $t + \tau$ au lieu de t. Mais, en rapportant ξ, η à des axes fixes dans le globe, ces termes deviennent $A\cos\mu t$, $A\sin\mu t$; ils indiquent un mouvement circulaire du pôle de rotation I (qui, dans ce cas, coïncide à fort peu près avec le pôle G) autour du pôle d'inertie C, dont la période est le cycle eulérien de 305 jours. Il reste ensuite à considérer les termes qui tiennent compte des seconds membres. On trouve alors que les coordonnées de G ou de I, par rapport à C_0, sont

$$\xi - c = -\frac{\mu(\mu - \gamma)}{(\mu - \gamma)^2 - m^2} c_0 \sin mt,$$
$$\eta = +\frac{\mu m}{(\mu - \gamma)^2 - m^2} c_0 \cos mt.$$

S'il s'agissait du phénomène des marées, on prendrait $\gamma = -\frac{30}{31}\omega$. Cette vitesse étant beaucoup plus grande que m, on voit que $\xi - c$ et η sont à peine de l'ordre de $\frac{c_0}{300}$; la variation des latitudes qui résulte des marées est donc négligeable. (J'avais d'abord trouvé des termes pouvant s'élever à quelques centièmes de seconde, en faisant $\beta = 0$; mais ces termes disparaissent en prenant $\beta = -\frac{dc}{dt}$, ce qui est plus logique.) S'il s'agissait d'un phénomène local et annuel, on aurait

$$\gamma = 0, \qquad m = \tfrac{5}{6}\mu, \qquad \mu^2 - m^2 = \tfrac{11}{36}\mu^2$$

et, par suite,

$$c - \xi = 3,3 c_0 \sin mt, \qquad \eta = 2,7 c_0 \cos mt.$$

C'est une ellipse qui a pour grand axe $6,6c_0$. Une variation annuelle des latitudes de $0'',5$ pourrait donc résulter d'une déviation c_0, inférieure à $0'',08$. On l'obtiendrait encore (temporairement) en prenant, par exemple, $c_0 = 0'',03$ et $A = 0'',15$, l'écart maximum étant approximativement $2A + 6,6c_0$. Une déviation c_0 de $0'',03$ peut être produite par une masse d'eau de 2000^{kmc}, convenablement placée.

» Ces chiffres donneront au moins une idée de l'ordre de grandeur des effets que l'observation pourrait révéler. »

ASTRONOMIE. — *Sur les variations constatées dans les observations de la latitude d'un même lieu.* Note de M. **A. Gaillot**, présentée par M. Mouchez.

« Depuis le commencement de l'année 1889, on a entrepris, dans les Observatoires de Berlin, Potsdam et Prague, une série continue d'observations ayant pour but d'étudier les variations possibles de la latitude d'un même lieu. Le plan général du travail, étudié avec un soin minutieux, a été exposé par M. le professeur Albrecht, dans les Comptes rendus de la neuvième conférence générale de l'Association géodésique internationale tenue à Paris en 1889. Les observations elles-mêmes ont été exécutées dans des conditions présentant de sérieuses garanties d'exactitude, et, quelque opinion que l'on ait sur le fond même de la question, on ne peut méconnaître l'importance des résultats obtenus.

» Or ces résultats, absolument concordants dans les trois observatoires, indiquent une variation périodique de la latitude observée, le maximum

correspondant à l'été, le minimum à l'hiver, et l'amplitude de l'oscillation autour de la valeur moyenne étant de $\pm 0'',25$.

» Dès 1865, dans un travail entrepris à la demande de Villarceau, nous avions constaté nous-même que les latitudes déduites des observations faites à Paris de 1856 à 1861 donnaient un résultat identique ([1]). Mais ces observations, qui n'avaient nullement pour but la recherche de la latitude, n'ont pas été effectuées, à beaucoup près, avec les précautions minutieuses auxquelles on s'est astreint à Berlin, Potsdam et Prague : les conclusions qu'on peut en déduire devaient donc être formulées avec de grandes réserves. Actuellement la variation se trouvant définitivement constatée, il faut en trouver la cause.

» On a déjà énoncé un certain nombre d'hypothèses, plus ou moins admissibles, par lesquelles on a essayé d'expliquer le phénomène observé. Nous ne retiendrons que les deux qui nous paraissent les plus probables, et nous indiquerons les moyens de contrôle que comporte chacune d'elles.

» 1° L'axe de rotation se déplacerait à l'intérieur de la Terre, le pôle décrivant autour de sa position moyenne une circonférence, dont le rayon serait de $0'',25$ (7 à 8^m).

» Si cette hypothèse est exacte, le phénomène présentera la même amplitude dans toutes les stations; mais les époques des maxima et des minima varieront progressivement avec la longitude, ces époques étant inverses pour des stations dont la longitude différerait de 180°.

» Pour obtenir la plus grande précision dans la comparaison des résultats, il faudrait que les stations où se feront les observations de contrôle fussent situées toutes, ou au moins deux à deux, sur le même parallèle et à des longitudes très différentes. On pourrait alors, en poursuivant l'application de la méthode exposée par M. Albrecht, y observer les mêmes étoiles zénithales aux mêmes époques. C'est le mode d'opérer qu'avait fort justement proposé M. Fergola au Congrès de Rome, en 1883.

» Remarquons qu'on ne pourrait rien conclure de la comparaison des résultats trouvés autrefois à Paris avec ceux que l'on vient d'obtenir à Berlin. Car, dans le cas où la variation annuelle du pôle serait réelle, il n'existerait, pour les deux stations, qu'une différence d'une dizaine de jours entre les époques respectives des maxima et des minima, époques dont l'indétermination est encore très grande actuellement.

([1]) Voir *Annales de l'Observatoire de Paris* (*Mémoires*), t. VIII, p. 319, et *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 4 novembre 1878.

» Dans les observatoires du nord de l'Europe, pour lesquels il serait probablement difficile de trouver, sur le même parallèle, des stations correspondantes suffisamment éloignées, on pourrait effectuer deux déterminations simultanées, l'une relative à la latitude, l'autre aux variations azimutales d'une mire méridienne bien stable : les époques du maximum et du minimum de la mire devant être celles qui correspondraient aux valeurs moyennes de la latitude observée, et inversement. Les résultats de cette vérification deviendraient d'autant plus sensibles qu'on se rapprocherait davantage du pôle. A Poulkova, par exemple, la variation de l'azimut serait à peu près double de celle de la latitude.

» 2° La variation périodique constatée dans les observations de la latitude s'expliquerait par des phénomènes de réfraction.

» Comme beaucoup de personnes seraient portées à rejeter *a priori* cette hypothèse, dans la conviction que la méthode d'*Horrebow-Talcott*, exclusivement appliquée à Berlin, Potsdam et Prague, élimine complètement les erreurs de réfraction, il est nécessaire de donner quelques explications préliminaires.

» La méthode d'*Horrebow-Talcott* élimine, il est vrai, le plus grand nombre des erreurs de la réfraction, notamment celles qui proviennent d'une détermination insuffisamment exacte des éléments qui servent à la calculer; mais elle ne peut faire disparaître celles qui résultent d'une disposition irrégulière des couches atmosphériques.

» Toute l'économie de la méthode précitée repose sur cette hypothèse que la réfraction, nulle au zénith, est la même au Sud et au Nord, à égalité de hauteur apparente, de température et de pression barométrique, ce qui revient à admettre que la verticale est constamment normale aux surfaces-limites des couches atmosphériques d'égale densité, et que, dans la zone où se font les observations, ces couches sont partout disposées symétriquement par rapport à la verticale.

» Existe-t-il des causes pouvant produire un dénivellement systématique, variable avec la saison, des couches d'égale densité? Nous croyons que toute recherche dans ce sens serait prématurée, et doit être réservée pour l'époque où l'on disposera d'observations faites, comme nous venons de le dire, dans un nombre suffisant d'observatoires ou de stations temporaires.

» Le système d'observations simultanées que nous avons indiqué peut, en effet, servir à contrôler la seconde hypothèse aussi bien que la première. Si la variation des latitudes observées est due à des phénomènes de

réfraction, les époques des maxima et des minima, au lieu de varier progressivement avec la longitude, seront à peu près simultanées pour tous les points situés sur le même parallèle.

» L'amplitude du phénomène pourra d'ailleurs être très différente, selon que l'on se placera dans les régions équatoriales ou vers les latitudes moyennes, dans les stations très élevées ou dans celles dont l'altitude est peu considérable.

» Ajoutons que les influences locales auront probablement aussi un effet assez sensible sur les résultats obtenus. »

ASTRONOMIE. — *Organisation des recherches spectroscopiques avec le grand télescope de l'Observatoire de Paris.* Note de M. **Deslandres**, présentée à l'Académie par M. Mouchez.

« Ayant reçu de M. l'amiral Mouchez la mission d'organiser l'étude régulière des spectres stellaires par la Photographie, avec le grand télescope de $1^{m},20$, j'ai rencontré dans ce travail des difficultés toutes spéciales, qui ont été surmontées de la manière suivante :

» Ces difficultés sont en grande partie inhérentes à ce grand instrument et ne se présentent pas avec les réfracteurs ou les télescopes de moindres dimensions. Elles tiennent aussi à la méthode employée. J'ai adopté, en principe, la méthode du spectroscope à fente étroite, qui est la plus difficile dans l'application, mais qui seule fournit les éléments d'une étude complète. Elle est la seule, en effet, qui convienne dans tous les cas aux astres ayant un diamètre apparent, la seule qui se prête à l'emploi d'un spectre de comparaison et, par suite, à la mesure des longueurs d'onde, à la recherche de la composition chimique et des mouvements propres. D'ailleurs, en élargissant la fente, on obtient le spectre dans les mêmes conditions que par l'autre méthode, dite du *prisme objectif* (1).

» Avec la méthode adoptée, il faut faire successivement les opérations suivantes : 1° placer la fente du spectroscope dans le plan focal, parallè-

---

(1) Le prisme objectif permet d'avoir sur une même plaque toutes les étoiles du champ, et convient seul pour la reconnaissance générale des spectres stellaires. Il donne lieu à la perte de lumière minima, au moins lorsqu'il recouvre entièrement l'objectif; aussi est-il indiqué pour les astres faibles, avec un instrument qui permet les poses très longues. A ce propos, je remercie vivement de son obligeance M. Wolf qui a mis à ma disposition un prisme objectif de 6 pouces.

lement aux déplacements en ascension droite; 2° placer devant la fente une source de comparaison; 3° diriger l'étoile sur la fente, tout à côté de la source; 4° faire courir l'étoile sur la fente, avec une vitesse variable, suivant les cas.

» La première opération est particulière à ces grands télescopes; elle doit être répétée pour chaque position de l'anneau mobile, qui porte le petit miroir et le spectroscope ([1]), et, de plus, être faite avec soin, ce qui exige un temps assez long et cause une gêne sérieuse. Mais on montre facilement que la fente et l'anneau doivent tourner d'angles égaux. Il a suffi, pour faciliter l'opération, de placer des graduations correspondantes sur le pourtour du tube et le cercle arrière du spectroscope.

» Les trois autres opérations apparaissent immédiatement comme peu commodes par la remarque suivante : le plan focal est très voisin du petit miroir, et l'espace restreint compris entre le petit miroir et la fente n'est pas à portée de la vue et de la main de l'observateur (le spectroscope a $1^{m},20$ de longueur). Aussi ai-je disposé à l'avance, devant la fente, la source de comparaison, qui est une étincelle électrique condensée jaillissant entre deux pointes de fer. Le support des pointes et les fils conducteurs ont pu être fixés à la fente, de manière à être parfaitement isolés et à passer par les colliers de l'anneau.

» Mais la partie la plus difficile et la plus délicate est de diriger l'étoile sur la fente au point voulu et de la maintenir pendant une pose longue; car les chercheurs, auxquels il serait naturel de recourir, font défaut dans le cas présent. Le chercheur et le viseur de ce grand télescope, pour des raisons diverses, varient par rapport au tube; et, de plus, le grand miroir se déplace dans sa gaine.

» Dans ces conditions, il est nécessaire de se régler d'après les images mêmes du grand miroir et, de plus, par l'intermédiaire du spectroscope, puisque ce dernier change aussi de position. Il convient d'utiliser dans ce but les rayons et les images du grand miroir qui ne servent pas pour l'impression photographique ([2]).

([1]) Je me suis servi du spectroscope construit à l'origine, qui s'adapte à l'anneau du télescope par des colliers, de même que l'oculaire. Ce spectroscope, établi pour l'observation oculaire, offre un long prisme à vision directe, jaune et absorbant pour les rayons actiniques. Il ne permet pas d'utiliser plus de 80^{cm} du grand miroir.

([2]) M. Lœwy a déjà posé une règle analogue pour la photographie des astres avec l'équatorial coudé.

» Or, parmi ces rayons non utiles, se trouvent les rayons rouges du spectre, qui sont justement renvoyés par le spectroscope vers l'observateur. J'ai placé près de la chambre photographique, sur le trajet de ces rayons, un petit prisme à réflexion totale qui les ramène sur le côté, vers une lunette à réticule; l'observateur peut ainsi suivre et diriger l'image sur la fente, pendant une pose longue, ayant en même temps la main sur le mouvement lent de déclinaison, pendant qu'un assistant, d'après ses indications, agit sur le mouvement lent d'ascension droite.

» Ce dernier perfectionnement, simple et peu coûteux, a permis de faire avec un spectroscope ancien, disposé pour l'observation oculaire, plusieurs photographies de spectres stellaires, juxtaposés à un spectre de comparaison. Ces photographies sont les premières obtenues à l'Observatoire qui permettent la recherche de la composition chimique et des mouvements propres.

» Mais il est encore long de placer une première fois l'étoile sur la fente; aussi ai-je imaginé un nouvel accessoire qui complète le précédent. Je fixe à la fente un miroir incliné à 45°, qui est percé d'une ouverture juste assez large pour laisser passer le faisceau des rayons concentrés sur la fente. Les faisceaux voisins sont rejetés sur le côté et, après une autre réflexion, renvoyés vers une petite lunette fixée au spectroscope, à portée de l'observateur. Cette lunette donne donc les images des astres dans le plan de la fente, et constitue un véritable chercheur, spécial au spectroscope. Elle facilite beaucoup l'ensemble des opérations.

» Tels sont les moyens employés pour rendre possibles ou commodes les observations spectrales avec ce grand instrument, qui est déjà par lui-même assez peu maniable.

» D'autres perfectionnements sont en préparation. Ils ont pour but d'utiliser le mieux possible la très grande surface de ce miroir, et d'augmenter l'intensité et l'étendue du spectre qui agit sur la plaque photographique. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Deux protubérances solaires, observées à l'Observatoire de Haynald, à Kalocsa (Hongrie)*; par M. **Jules Fényi**.

« Dans le courant du mois d'août, on a observé à Kalocsa deux protubérances qui méritent d'attirer l'attention par les phénomènes singuliers qui en ont accompagné l'apparition, non moins que par leurs dimensions gigantesques.

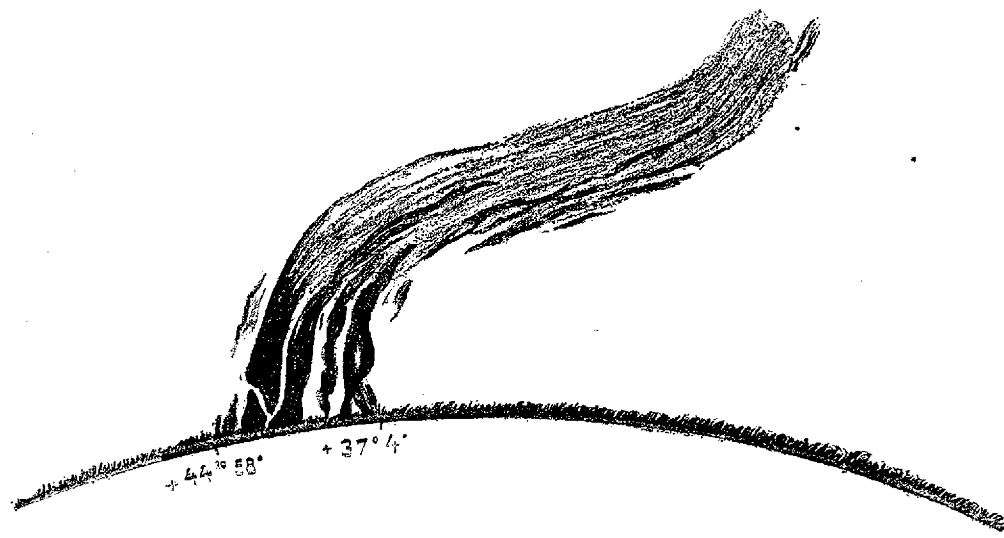
» Le 15 août, à 10^h45^m, temps moyen de Kalocsa (soit à 9^h39^m, temps moyen de Paris), une protubérance, atteignant la hauteur prodigieuse de 323″, fut observée sur le bord occidental du Soleil. Sa base s'étendait de $+37°4'$ à $+44°58'$ de latitude héliographique. Sa partie inférieure, jusqu'à la hauteur de 70″ environ, était très lumineuse et s'élevait par bandelettes perpendiculaires au bord du Soleil; la partie suivante, par contre, était très pâle et s'étendait dans une direction inclinée vers l'équateur, comme l'indique la figure. La protubérance se terminait par une bandelette un peu plus lumineuse, ce qui permit de prendre une mesure exacte de sa hauteur.

» Des observations quotidiennes, faites dès le commencement du mois d'août, m'ont permis de suivre cette protubérance du 12 au 17 août. Le calcul m'a montré, non seulement que la protubérance, arrivée sur le bord par suite de la rotation du Soleil, paraissait monter, mais qu'en réalité elle s'éloignait du Soleil avec une vitesse de $0^{km},5$ à 7^{km} par seconde. Ce qui est particulièrement digne de remarque, c'est qu'elle atteignit cette hauteur énorme tout en ne s'élevant qu'avec une vitesse aussi modérée. Voici comment on peut résumer son évolution :

» Le 11 août, elle ne s'était pas encore montrée. Le 12, à 5^h30^m, temps moyen de Kalocsa, elle fut aperçue pour la première fois; sa hauteur était de 56″. Le 13, elle avait 63″ de haut et s'élevait encore en ligne tout à fait droite sur le bord solaire. Le 14, à 10^h30^m, sa hauteur était déjà de 158″; dans sa direction, un changement avait eu lieu. Entre 30″ et 60″, les bandelettes qui lui donnaient sa forme, et sa forme générale elle-même, étaient fortement inclinées vers l'équateur. Le 15, à 10^h du matin, elle apparaissait considérablement courbée vers l'équateur et sous la forme gigantesque que représente la figure; à 6^h du soir, on pouvait encore reconnaître la même forme générale; mais la partie inférieure seule de la protubérance était lumineuse jusqu'à la hauteur de 119″; la partie suivante était tellement pâle qu'il me fut impossible de la mesurer. La protubérance était en train de se dissoudre.

» La forme si fortement inclinée de cette protubérance et cette lente ascension en ligne oblique sont très remarquables. Pour donner une explication de ces phénomènes, on est obligé d'admettre qu'il régnait, à des hauteurs immenses de la couronne, un écoulement, du côté de l'équateur, qui s'emparait de la protubérance à la hauteur de 60″ et l'entraînait après lui. D'après les données précédentes, il est probable que la protubérance commença déjà à s'incliner dans la nuit du 13 au 14 août, à minuit; s'il en est ainsi, son extrémité supérieure, entraînée jusqu'au 15 août, à 10^h, a dû être transportée, en trente-quatre heures, à une distance de 20° au bord

solaire. C'est ainsi que nous avons obtenu, pour l'ouragan qui l'avait entraînée à sa suite, la vitesse d'environ 2^{km}.



15 août 1890. — Hauteur : 323″.

» De toute autre nature était la protubérance que j'ai observée le 18 août, à $11^h 45^m$, entre $-41°29'$ et $-55°$ de latitude héliographique sud; elle avait plutôt le caractère d'une éruption, et elle disparut rapidement. Au-dessus d'un groupe de protubérances partielles, hautes de 61″ et très lumineuses, planaient des parcelles complètement détachées, jusqu'à la hauteur prodigieuse de 418″. Le nuage le plus élevé était quelque peu pâle; ceux qui venaient ensuite présentaient un éclat surprenant, malgré la hauteur énorme à laquelle ils se trouvaient. C'étaient évidemment les débris d'une protubérance lancée avec violence, qui se dissolvaient par expansion; car, après quelques minutes, ils avaient disparu, comme il arrive ordinairement pour les apparitions à rapide ascension.

» Le caractère spécial de son mouvement prête à cette protubérance un intérêt particulier. Une couche assez restreinte, de 40″ à 50″ de hauteur, tendait avec impétuosité vers la Terre, tandis que les parties environnantes restaient immobiles. La hauteur de cette couche est indiquée sur la figure par les flèches m et n; sa place sur le bord solaire, par les lettres a et b. La vitesse, que j'ai mesurée plusieurs fois au moyen du micromètre filaire, n'était pas précisément extraordinaire; elle variait entre 100^{km} et 200^{km} par seconde.

» Cependant, il est à remarquer que ce mouvement ne fut pas de courte durée, comme cela a lieu ordinairement; au contraire, il resta le même pendant plus d'une demi-heure. Si l'on admet que, pendant cet intervalle de temps, la vitesse moyenne ait été de 150^{km} par seconde, on trouve que cette masse ébranlée a dû parcourir en trente minutes une étendue de $270\,000^{km}$ et changer ainsi considérablement de position.



18 août 1890. — Hauteur : 418″ ou 306700^{km}.

» Le mouvement de cette protubérance a présenté encore une particularité remarquable, en raison de l'énorme hauteur à laquelle elle s'est produite. En observant l'un des petits nuages très lumineux situés un peu au-dessous de la bandelette la plus élevée, nuage qui se trouvait vers le Sud, j'ai pu constater, par un déplacement de la ligne C, qu'il s'éloignait de nous avec une vitesse de 167^{km} par seconde. J'ai pu prendre une mesure rapide de la hauteur prodigieuse de ce point en observant le temps où il passa devant la fente, lorsque je fis traverser celle-ci par la protubérance entière. Le résultat de mon calcul fut que ce petit nuage était à 370″ de hauteur. Comme le point en question n'avait pas été bien pris sur la fente, il peut se faire que cette donnée ne soit pas absolument exacte;

mais l'erreur ne doit point dépasser 14″, ce qui, eu égard à la hauteur observée, ne saurait porter préjudice à l'importance du résultat lui-même. Ce grand mouvement était d'ailleurs tout local : les parcelles environnantes ne dénotaient aucune perturbation de la ligne C. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur certaines classes de surfaces.* Note de M. **Lelieuvre**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Communication précédente (1), nous avons indiqué la détermination analytique des surfaces engendrées par *des lignes planes unicursales* U *que leurs conjuguées divisent homographiquement*, en convenant d'entendre par là que l'équation différentielle de ces conjuguées est, relativement au paramètre μ à l'aide duquel les coordonnées de tout point de U sont exprimées rationnellement, une équation de Riccati. On peut établir comme il suit les conditions géométriques correspondantes, imposées aux lignes U :

» Rapportons la surface aux lignes U, soit $t=$ const., et au système $\mu=$ const. Prenons un point quelconque M d'une ligne U correspondant à la valeur $\mu=f(t)$. On peut toujours supposer le point M ramené à distance finie par une transformation homographique, et, de plus, le faire correspondre à la valeur $\mu=0$ (transformation homographique convenable sur μ). Soient alors A_1, A_2, A_3 les coordonnées fonctions de t du point M. On pourra exprimer ainsi les coordonnées de tout point de la surface

$$x_i = A_i + \alpha_i \mu^{p+1} \varphi(\mu, t) + P_i \mu^{p+q+1} \psi(\mu, t) \qquad (i=1, 2, 3),$$

les α et les P étant des fonctions de t seul, et φ et ψ deux fonctions finies et différentes de o pour $\mu=0$.

» Le point M est alors, sur la ligne U, un point de rebroussement d'ordre $p>0$, qui devient point ordinaire si $p=0$; la tangente en ce point a un contact d'ordre q avec la courbe.

» Formons l'équation différentielle des conjuguées et rendons-la entière par rapport à μ. Soit

$$E\,d\mu + F\,dt = 0$$

(1) *Comptes rendus*, décembre 1889.

cette équation. En général, le polynôme E étant de degré k en μ, F sera de degré $k+2$. Il faut donc et il suffit ici que E divise F.

» On reconnaît que E ne s'annule avec μ que si M est sur la caractéristique C du plan de U, ou bien est un point de rebroussement ($p>0$), ou un point d'inflexion ($q>1$) (ou les deux à la fois).

» Pour que les facteurs μ qui apparaissent alors dans t soient aussi dans F, les conditions nécessaires et suffisantes sont les suivantes :

» I. M n'est pas sur la caractéristique C. Si, en ce point, il y a une inflexion ($q>1$), la tangente en M à la ligne U doit engendrer une développable quand t varie.

» II. M est sur la caractéristique C. Alors deux cas sont à distinguer : 1° La tangente en M à U n'est pas la caractéristique ; si M est un point ordinaire (avec ou sans inflexion), il doit engendrer, quand t varie, une enveloppe des lignes U ; si M est un rebroussement, il doit rester fixe. 2° La tangente en M est la caractéristique ; le point M devra être ordinaire, sans inflexion, et décrire l'arête de rebroussement enveloppe de C, à moins que la caractéristique ne soit fixe, auquel cas le point, s'il est ordinaire, avec ou sans inflexion, ne sera assujetti à aucune autre condition, et, s'il est de rebroussement, devra rester fixe.

» Certains de ces résultats peuvent d'ailleurs être prévus sans calcul.

» La même méthode s'applique à d'autres questions analogues, telles que celle-ci : *Déterminer les familles de lignes unicursales planes* U *qui sont divisées homographiquement par leurs trajectoires orthogonales*. Le problème se ramène immédiatement à celui dans lequel toutes les lignes U restent dans le même plan. Ce système plan est alors soumis aux conditions suivantes :

» 1° Les tangentes isotropes aux lignes U, dont les points de contact sont ordinaires (avec ou sans inflexion) et *non cycliques*, doivent être fixes ;

» 2° Les rebroussements à distance finie, dont la tangente est non isotrope et a avec la courbe un contact d'ordre supérieur ou égal à l'ordre du rebroussement, doivent décrire des lignes orthogonales aux lignes U. Les autres doivent être fixes quand U varie ;

» 3° Si un point cyclique est un point d'inflexion des lignes U (avec ou sans rebroussement), la tangente en ce point doit être fixe.

» Ces propositions permettent de construire, sans intégration, les surfaces engendrées par des lignes U possédant la propriété indiquée. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'équivalent du fluor.* Note de M. **Henri Moissan**, présentée par M. Troost.

« L'équivalent du fluor a été déterminé par Berzélius ([1]), par Louyet ([2]), par M. Fremy ([3]) et par Dumas ([4]).

» Pour ses déterminations, Louyet a préparé des fluorures alcalins et des fluorures alcalino-terreux amorphes qui l'ont conduit au nombre 18,99, nombre très voisin de 19 donné par Dumas en 1859.

» M. Fremy, dans son important Mémoire sur les composés du fluor, a déduit de nombreuses analyses de fluorures métalliques que l'équivalent du fluor était voisin de 18,85, chiffre indiqué précédemment par Berzélius.

» Berzélius et Dumas se sont servis principalement d'échantillons minéralogiques de fluorure de calcium aussi pur que possible. On peut toujours craindre, en employant cette méthode, que la fluorine rencontrée dans la nature ne contienne une petite quantité de silice ou de phosphore, ainsi que l'ont démontré Berzélius et Louyet. Nous avons pensé qu'il serait utile de reprendre cette détermination au moyen de fluorine nettement cristallisée, préparée synthétiquement. D'autres considérations relatives à la densité de différents composés gazeux fluorés nous ont amenés aussi à reprendre la détermination de l'équivalent du fluor.

» Dans ces nouvelles expériences, nous avons toujours décomposé, par un excès d'acide sulfurique ajouté en plusieurs reprises, un poids déterminé de fluorure de sodium, de calcium ou de baryum. Cette décomposition se faisait dans un petit alambic en platine, afin d'éviter toutes les projections et les pertes de matière; on prenait toutes les précautions nécessaires à la pesée d'un semblable appareil. Des expériences préliminaires avaient indiqué dans quelles conditions la décomposition des fluorures était complète.

([1]) Berzélius, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXVII, p. 167.

([2]) Louyet, *Recherches sur l'équivalent du fluor* (*Annales de Chimie et de Physique*), 3e série, t. XXV, p. 291.

([3]) Fremy, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVII, p. 1.

([4]) Dumas, *Mémoire sur les équivalents* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 169.

» Les premières expériences ont porté sur le fluorure de sodium. Pour obtenir ce sel dans un grand état de pureté et complètement exempt de potassium, nous avons opéré de la façon suivante :

» 2^{kg} de chlorure de sodium naturel sont lavés à l'eau distillée froide, sur un entonnoir, puis mis en solution dans une quantité d'eau suffisante. On évapore de façon à obtenir environ les $\frac{9}{10}$ du chlorure en très petits cristaux; ces derniers sont épuisés à nouveau par l'eau froide, puis mis à cristalliser comme précédemment, et ce traitement est répété dix fois. Il reste alors à peu près 500^{gr} de chlorure qui sont mis en solution dans l'eau, saturés de gaz ammoniac, puis d'acide carbonique purs. Il se précipite du bicarbonate de soude qu'on lave ensuite longuement à l'eau distillée froide. On décompose la solution de ce sel à l'ébullition et l'on fait cristalliser le carbonate un nombre de fois suffisant pour qu'il soit complètement exempt de chlorure. Lorsque le premier lavage a été bien fait, il suffit de cinq à six cristallisations pour obtenir du carbonate de soude pur. Ce sel est enfin décomposé par l'acide fluorhydrique, préparé au moyen du fluorhydrate de fluorure de potassium, et redistillé. Le fluorure de sodium, obtenu dans ces conditions, est évaporé à sec et séché au rouge.

» Cinq expériences ont été faites avec ce fluorure de sodium. Elles ont fourni des chiffres qui oscillaient entre 19,04 et 19,08, en prenant pour équivalent du sodium 23,05 (Stas), du soufre 16,037 (Stas) et de l'oxygène 8 (Dumas).

» Le fluorure de calcium, employé dans ces recherches, était préparé en faisant réagir une solution de fluorure de potassium sur une solution de chlorure de calcium. On sait qu'à la température ordinaire, lorsque les solutions sont un peu concentrées, le fluorure qui se précipite est amorphe, plus ou moins gélatineux et toujours très difficile à laver. Il n'en est plus de même si l'on ajoute lentement une solution de chlorure de calcium au $\frac{1}{10}$ dans une solution bouillante de fluorure de potassium au $\frac{1}{2000}$. Dans ces conditions, le fluorure de calcium qui se précipite a l'apparence d'un sable cristallisé.

» L'ébullition est continuée pendant 30^{m}, dans la capsule de platine ou la réaction a été faite. On lave ensuite à grande eau, on sèche à l'étuve, et l'on calcine au rouge.

» Examinés au microscope, ces cristaux sont limpides, très nets et très petits.

» Ce fluorure, décomposé par l'acide sulfurique, nous a donné, pour quatre expériences tout à fait comparables, des chiffres qui nous ont conduits à regarder l'équivalent du fluor comme compris entre 19,02 et 19,08.

» Le fluorure de baryum cristallisé a été obtenu aussi en cristaux microscopiques, en versant lentement dans une solution bouillante de fluorure de potassium au $\frac{1}{100}$ une autre solution de 18^{gr} de chlorure de baryum dans 500^{gr} d'eau. La capsule de platine est maintenue à l'ébullition pendant 30^{m}, puis le précipité est lavé à l'eau distillée avec beaucoup de soins. L'attaque de ce composé par l'acide sulfurique se fait moins régu-

lièrement que celle du fluorure de calcium. L'acide doit être ajouté à plusieurs reprises et il est indispensable de ne chauffer que très lentement.

» La décomposition de ce fluorure de baryum a produit, dans cinq expériences, des chiffres qui ont varié entre 19,05 et 19,09.

» *Conclusion*. — De ces trois séries de déterminations, nous croyons pouvoir conclure que l'équivalent du fluor est très voisin de 19; d'après les expériences faites sur le fluorure de sodium et sur le fluorure de calcium, expériences que nous regardons comme plus exactes que celles faites avec le fluorure de baryum, l'équivalent du fluor serait de 19,05. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des amines aromatiques et de la phénylhydrazine sur les nitriles β-cétoniques*. Note de M. L. BOUVEAULT.

« Dans un précédent travail, nous avons établi, M. Hanriot et moi, que le méthylpropionylacétonitrile se condense avec certaines amines aromatiques et la phénylhydrazine avec départ d'une molécule d'eau. Nous ne nous prononcions pas sur la constitution à donner à ces différents composés. La présente Note a pour but de combler cette lacune et d'établir la généralité de la réaction.

» J'ai en effet constaté que ce nitrile se combine avec l'orthotoluidine en donnant un produit très bien cristallisé, fondant à 125°, soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther et dans l'eau;

» Avec la β-naphtylamine, en donnant un corps cristallisé en aiguilles, fondant à 121°, soluble dans la benzine, presque insoluble dans l'éther;

» Enfin avec la mésidine, avec formation d'un produit analogue aux précédents et fondant à 114°-115°.

» Ce dernier exclut toute idée de chaîne fermée, à cause de l'absence d'un atome d'hydrogène non substitué en position ortho par rapport au groupement AzH^2.

» On est donc conduit à donner au dérivé obtenu avec l'aniline par exemple, l'une des deux formules

$$(I)\quad \begin{array}{l} C^2H^5-C\!\!-\!\!\!-\!\!\!-\!\!\!-CH-CAz \\ \quad\quad\;\; \| \quad\quad\quad\;\; | \\ \quad\; AzC^6H^5\,CH^3 \end{array} \qquad \text{ou} \qquad (II)\quad \begin{array}{l} C^2H^5-C=\!=\!=C-CAz \\ \quad\quad\;\; | \quad\quad\quad\;\; | \\ \quad AzHC^6H^5\;\; CH^3 \end{array}.$$

» Or la méthylaniline, même après plusieurs jours de chauffe, ne se combine pas avec le méthylpropionylacétonitrile; de plus, l'homologue

supérieur de ce dernier se combine très aisément avec l'orthotoluidine en donnant un produit liquide et bouillant à 266°, mais en tout analogue aux autres corps déjà décrits. Ces deux expériences, toutes les deux contraires à la formule (II) et favorables à la formule (I), me décident à adopter cette dernière et à nommer le dérivé de l'aniline le *phénylimidométhylpropionylacétonitrile*.

» Ces essais, avec des nitriles différents et des amines aromatiques différentes, permettent d'affirmer que la réaction est générale et se fait suivant l'équation

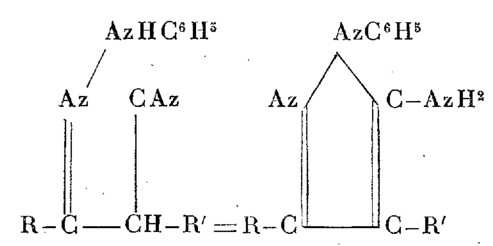
$$R-CO-C\begin{matrix}\nearrow R' \\ \searrow R''\end{matrix}CAz + R'''AzH^2 = H^2O + \underset{\substack{\Vert \\ AzR'''}}{R-C}-C\begin{matrix}\nearrow R' \\ \searrow R''\end{matrix}CAz.$$

» *Action de la phénylhydrazine.* — Tandis que les amines aromatiques agissent de la même manière sur tous les nitriles β-cétoniques, la phénylhydrazine donne des produits tout différents suivant que le nitrile en question possède une formule de la forme $R-CO-\underset{\substack{| \\ R'}}{CH}-CAz$ ou de la forme

$$R-CO-C\begin{matrix}\nearrow R' \\ \searrow R''\end{matrix}CAz.$$

» Tandis que, dans le second cas, il se forme simplement une hydrazone $\underset{\substack{\Vert \\ Az-AzHC^6H^5}}{R-C}-C\begin{matrix}\nearrow R' \\ \searrow CAz\end{matrix}R''$, il prend naissance dans le premier un dérivé du pyrazol.

» On peut admettre qu'il y a d'abord formation de l'hydrazone, suivie d'une transposition moléculaire :



» J'ai pu établir la constitution du composé obtenu en partant du *méthylpropionylacétonitrile* $C^2H^5-CO-\underset{\substack{| \\ CH^3}}{CH}-CAz$; ce composé est le 1 phényl-

3 éthyl-4 méthyl-5 amidopyrazol

$$AzC^6H^5$$
$$Az \qquad C-AzH^2$$
$$C^2H^5-C \qquad C-CH^3$$

» Ce produit bout à 330° sans décomposition; on peut l'obtenir en magnifiques prismes hexagonaux incolores, qui fondent à 81°. Ces cristaux sont très solubles dans la plupart des dissolvants neutres; la benzine froide et surtout le pétrole sont ceux qui les dissolvent le moins.

» Ce composé est une base beaucoup plus énergique que les précédentes; son acétate n'est qu'incomplètement dissocié par l'eau. L'acide chlorhydrique, concentré à 120° en tubes scellés, ne l'altère pas.

» On se rend facilement compte de la présence dans ce corps d'un groupement AzH^2; il donne avec le nitrite de sodium et l'acide chlorhydrique un chlorure diazoïque qui forme une poudre jaune, aisément décomposable par l'alcool, avec dégagement d'azote. Le corps qui prend naissance est le *phényléthylméthylpyrazol*

$$AzC^6H^5$$
$$Az \qquad CH$$
$$C^2H^5-C \qquad C-CH^3$$

qui a été déjà obtenu par MM. Claisen et Meyerowitz (*Deutsch. chem. Ges.*, t. XXII, p. 3273). J'ai pu identifier mon produit avec le leur à l'aide de son point d'ébullition, 283°-284°, et de son analyse.

» Cette expérience établit nettement la constitution du produit primitif. Si, au lieu de décomposer le diazoïque par l'alcool, on le traite par l'eau bouillante, on obtient l'oxypyrazol correspondant qui fond, à 104°.

» Ce dérivé diazoïque se combine aux phénates alcalins et aux amines aromatiques, en donnant des matières colorantes azoïques, bien cristallisées, que je me propose d'étudier. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le mode de combinaison de l'acide sulfurique dans les vins plâtrés et sur une méthode d'analyse permettant de différencier le plâtrage, de l'acidification par l'acide sulfurique.* Note de MM. **L. Roos** et **E. Thomas**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les différents auteurs qui ont écrit sur la question du plâtrage des vins sont loin de se montrer d'accord sur la marche du phénomène et sur le résultat des réactions qui l'accompagnent.

» MM. Bérard, Chancel et Cauvy d'abord, M. le Dr Magnier de la Source ensuite ont formulé l'équation suivante

$$SO^4Ca + 2C^4H^5KO^6 = SO^4K^2 + C^4H^4CaO^6 + C^4H^6O^6,$$

qui donne pour résultat du sulfate neutre de potasse, du tartrate de chaux et de l'acide tartrique libre.

» M. Magnier de la Source ne s'en tient pas là : il estime qu'en présence de l'alcool du vin l'acide tartrique libre réagit à son tour sur le sulfate neutre de potasse, pour donner du tartrate et du sulfate acide de potasse.

» Pour MM. Bussy et Buignet, le sulfate de chaux et le bitartrate de potasse qui se trouvent en présence échangent mutuellement leurs acides et leurs bases pour former une quantité proportionnelle de tartrate de chaux et de bisulfate de potasse

$$SO^4Ca + C^4H^5KO^6 = SO^4KH + C^4H^4CaO^6.$$

» Enfin la note dominante du savant Rapport de M. H. Marty à l'Académie de Médecine est encore la présence du sulfate acide de potasse dans les vins plâtrés.

» Cette dernière opinion semblerait donc prévaloir. Nous avons quelques raisons de la croire mal fondée, et nous allons essayer de les faire connaître.

» Comme M. Magnier de la Source, nous admettons l'équation des chimistes de Montpellier, mais nous avons été conduits à apprécier d'une façon toute différente la nature de la réaction secondaire que provoque l'acide tartrique libre. Nous croyons que cet acide agit de préférence sur ces combinaisons organiques à base de potasse dont M. Magnier de la Source a démontré la présence dans le vin en proportion notable. Il se

produit ainsi une nouvelle quantité de tartre, mais le sulfate neutre reste inattaqué.

» On sait aujourd'hui, en effet, d'une manière certaine, que les vins plâtrés prennent plus des deux tiers de leur potasse à une autre source que le tartre. D'autre part, il résulte d'expériences nombreuses que l'addition au vin d'un peu d'acide tartrique augmente du double et au delà la quantité de tartre qu'on en peut tirer. Pourquoi refuserait-on à l'acide tartrique mis en liberté suivant l'équation de Chancel les propriétés de l'acide additionnel? Ainsi que M. Magnier de la Source le fait observer lui-même, les choses ne se passent pas toujours dans le vin comme dans les solutions aqueuses ou hydro-alcooliques de crème de tartre. Les composés organiques de potasse dont nous avons parlé modifient considérablement la marche du phénomène.

» Nous nous en sommes rendus compte en faisant intervenir dans la réaction un sel organique de potasse, acétate, malate, citrate ou succinate. Voici, entre autres, une de nos expériences :

» A 250^{cc} d'eau distillée, nous avons ajouté 10^{gr} de sulfate de chaux pure, 10^{gr} de crème de tartre, et $2^{gr},50$ d'acétate de potasse.

» Au bout de quarante-huit heures, l'acidité du mélange devenue invariable était, par litre, de $18^{gr},8$ exprimée en crème de tartre.

» Après distillation dans le vide, le produit distillé accusait une acidité (due à l'acide acétique mis en liberté) correspondant à $14^{gr},10$ de crème de tartre par litre.

» Enfin la quantité de tartre trouvée dans le liquide primitif par la méthode Pasteur s'élevait à $4^{gr},65$ par litre.

» Ce liquide, traité par l'alcool éthéré, n'abandonnait ni acide sulfurique, ni acide tartrique : il n'y avait donc pas trace de sulfate acide de potasse.

» Même résultat avec les malate, citrate et succinate.

» Nous avons cherché à vérifier nos observations par l'analyse directe et nous avons trouvé, par une méthode d'investigation dont nous donnons plus loin les détails, que dans toutes nos expériences l'acide sulfurique subsistait à l'état de sulfate neutre.

» Le vin est, il est vrai, un milieu plus complexe que ceux sur lesquels nous avons opéré ; mais, à côté de nombreux composés organiques à base de potasse encore indéterminés, il contient une partie de ceux que nous avons essayés.

» L'acidité du vin n'augmente jamais, par le plâtrage, autant que ce que la théorie le ferait prévoir. Cela prouve que, parmi ces composés organiques, il en existe dont l'élément, jouant le rôle d'acide, ne possède

pas toutes les propriétés des acides proprement dits. En tous cas, il y a toujours dans les vins des réserves de potasse suffisantes pour que l'acide tartrique formé dans la réaction initiale du plâtrage puisse entrer en combinaison et, par suite, rester à jamais inactif sur le sulfate neutre de potasse.

» Nous avons appliqué à l'analyse des vins plâtrés la méthode d'investigation qui nous a servi à rechercher la forme de combinaison de l'acide sulfurique dans nos diverses expériences. Voici les détails de cette méthode :

» A. L'on dose le chlore contenu dans le vin par le procédé ordinaire.

» B. On fait le dosage de l'acide sulfurique total.

» C. On précipite dans 50^{cc} de vin additionné de quelques gouttes d'acétate d'ammoniaque tout l'acide sulfurique, que le dosage B a fait connaître, par une quantité rigoureusement exacte de chlorure de baryum en solution titrée. (L'addition de l'acétate d'ammoniaque a pour objet de soustraire le chlorure de potassium formé à l'action éventuelle des acides libres.)

» D. On fait le dosage du chlore dans le liquide filtré provenant de l'opération précédente, C.

» Si nous sommes en présence d'un sulfate neutre de potasse, tout le chlore du chlorure de baryum se retrouvera sous forme de chlorure de potassium.

» Si nous avons affaire, au contraire, à un sulfate acide, il y aura de l'acide chlorhydrique (ou du chlorhydrate d'ammoniaque) mis en liberté, lequel disparaîtra pendant la légère calcination qui précède le dosage D par la liqueur titrée d'argent.

» L'examen des deux équations suivantes rend la chose palpable :

$$SO^4K^2 + BaCl^2 = SO^4Ba + 2KCl$$

et

$$SO^4KH + BaCl^2 = SO^4Ba + KCl + HCl$$

» Dans le cas d'un sulfate neutre, nous devons retrouver en D tout le chlore du chlorure de baryum introduit en C, en tenant compte du chlore initial trouvé en A.

» Avec un sulfate acide au contraire, on constate toujours une déperdition de chlore proportionnelle.

» Des essais nombreux, sur des vins plâtrés à doses variées, nous ont toujours donné, à un ou deux dixièmes de centimètre cube de liqueur décime d'argent près, le chiffre de chlore théorique calculé d'après la quantité de chlorure de baryum ajouté.

» Des essais du même genre ont été faits sur des vins additionnés en proportions différentes d'acide sulfurique, soit à la cuve, soit après fermentation. Les résultats obtenus ne sont pas moins concordants : nous avons constamment observé une déperdition de chlore très nettement appréciable, même avec un vin qui ne renfermait par litre que $0^{gr},25$ d'acide sulfurique ajouté.

» Cette méthode de recherche peut donc servir à différencier le plâtrage, de l'acidification des vins par addition d'acide sulfurique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les matières sucrées chez les champignons.* Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. Duclaux.

« Les faits sur lesquels j'ai insisté dans ma dernière Note à l'Académie montrent que, si l'on veut déterminer exactement la nature des matières sucrées renfermées dans un champignon, à un moment donné de sa végétation, il est nécessaire d'arrêter à cet instant la vie de ce cryptogame.

» Le phénomènes végétatifs se poursuivent, en effet, même après la récolte, et peuvent se traduire en quelques heures, comme je l'ai constaté pour le *Lactarius piperatus* et pour le *Boletus aurantiacus* (1), par la disparition du tréhalose et la production de mannite.

» D'autre part, si l'on veut étudier les changements qui se produisent ainsi chez un champignon durant le cours de son existence, il faut s'astreindre à analyser séparément des individus jeunes, des individus adultes et des individus avancés.

» Mais il n'est pas toujours facile de décider si un champignon que l'on rencontre est jeune ou avancé. Pour certaines espèces appartenant aux genres *Lactarius* et *Russula*, par exemple, on peut être fort embarrassé; la dimension des individus ne donnant, à cet égard, aucune indication. De plus, beaucoup de champignons commencent à se développer sous les feuilles et même sous la terre, en sorte que, le plus souvent, ceux que l'on récolte sont des individus adultes. Ce n'est, pour ainsi dire, qu'accidentellement qu'on met à découvert des individus jeunes.

» Les espèces lignicoles ne présentent pas les mêmes inconvénients et, parmi les espèces terrestres, les bolets et les amanites, dont les caractères changent notablement avec l'âge, peuvent être récoltés assez facilement à tous les états. Dans leur jeunesse, beaucoup de bolets ont le chapeau appuyé contre le stype (*B. aurantiacus*, *B. erythropus*, etc.), d'autres l'ont fortement enroulé (*B. variegatus*); les amanites l'ont enfermé dans une volve. A une période plus avancée, le chapeau s'étale ou se dégage, les spores se forment et commencent à tomber. C'est cette période que je regarde comme correspondant à l'âge adulte.

» Les recherches que je publie aujourd'hui ont été faites en tenant compte

---

(1) *Journal de Ph. et de Ch.*, 5e série, t. XIX, p. 369; 1889.

des considérations qui précèdent. Elles se rapportent à toutes les espèces de bolets dont j'ai pu, pendant ces dernières années, récolter une proportion suffisante pour l'analyse, et à quelques autres champignons que j'ai rencontrés à l'état jeune. Dans tous les cas, les champignons frais ont été traités par l'eau bouillante immédiatement après la récolte.

» Je résume les résultats de ces recherches dans le Tableau suivant ; les chiffres placés entre parenthèses représentent la proportion de matière sucrée retirée par kilogramme de l'espèce indiquée lorsque celle-ci a été traitée à l'état frais, par 100gr de matière sèche lorsqu'elle a été préalablement desséchée.

Champignons.

	Jeunes.	Adultes.	Avancés.	Desséchés.
Boletus scaber Bull	Tréhalose (4 °/₀₀)	Tréhalose et mannite	»	»
Boletus aurantiacus Bull	Tréhalose (7,2 °/₀₀)	Tréhalose et mannite	»	Mannite (8 °/₀)
Boletus versipellis Fries	Tréhalose (4,1 °/₀₀)	»	»	»
Boletus erythropus Pers	Tréhalose	Tréhalose (1,3) et mannite (2,6)	Mannite	»
Boletus luridus Schaef	»	Mannite	»	»
Boletus edulis Bull	Tréhalose (2,7 °/₀₀)	»	»	»
Boletus subtomentosus Linn.	»	Mannite	»	»
Boletus badius Fries	»	Mannite	»	»
Boletus bovinus Linn	»	Tréhalose et mannite	«	»
Amanita muscaria Linn	Tréhalose (5 °/₀₀)	»	»	»
Amanita Mappa (1) Fries	Mannite	»	»	Mannite
Pholiota radicosa Bull	Tréhalose (7,8 °/₀₀)	»	Mannite	»
Hypholoma fasciculare Huds.	Tréhalose (4,1 °/₀₀)	»	»	Mannite

» Comme on le voit par l'examen de ce Tableau, parmi les espèces qui y sont représentées, toutes celles qui ont été examinées dans la première période de leur développement renferment durant cette période exclusivement du tréhalose. Il n'y a d'exception que pour l'*Am. Mappa*. Lorsqu'elles sont plus avancées, elles renferment à la fois du tréhalose et de la mannite, ou de la mannite seulement. Enfin, pour les deux espèces qui ont été traitées après dessiccation à basse température : les *B. aurantiacus* et *H. fasciculare*, le tréhalose a disparu et se trouve remplacé par de la mannite.

» Ces modifications dans la nature de la matière sucrée, modifications qui en définitive consistent dans une réduction, puisque la mannite renferme plus d'hydrogène que le tréhalose, ont-elles une relation avec la formation et la maturation des spores? On serait tenté de le supposer, car tous ces phénomènes sont toujours concomitants.

(1) Desséchée, l'*Am. Mappa* ne renferme presque plus de mannite.

» En tous cas on constate que, dans beaucoup d'espèces, elles se compliquent encore par l'augmentation de la proportion de glucose que ces espèces renferment et même quelquefois par la production de cette matière sucrée. C'est ainsi que le suc des *L. piperatus*, *B. aurantiacus*, *B. scaber*, *Am. muscaria* jeunes ne réduit pas la liqueur cupropotassique, alors que celui de ces mêmes espèces plus avancées la réduit abondamment [1] ».

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'appareil excréteur de la Langouste, de la Gébie et du Crangon* [2]. Note de M. **Paul Marchal**, transmise par M. de Lacaze-Duthiers.

« Palinurus vulgaris. — La vessie remplit l'espace tétraédrique limité en dedans par l'estomac, en dehors par le puissant muscle élévateur de l'antenne, inférieurement par le muscle abducteur du second article de l'antenne et par la glande antennaire. L'angle antérieur présente un large orifice donnant accès, comme chez le Homard, dans un entonnoir logé entre les deux muscles abducteur et adducteur du second article de l'antenne. L'entonnoir se rétrécit ensuite en un canal qui passe sous le muscle abducteur et aboutit au tubercule excréteur; en arrivant à ce tubercule, il se revêt d'une couche nacrée de fibres musculaires striées. La glande est en partie recouverte par le gros muscle abducteur de l'antenne.

» Le saccule, formant une sorte d'écorce, s'étale à la surface inférieure du labyrinthe, en embrassant sa convexité. La séparation entre le saccule et le labyrinthe est beaucoup plus complète que dans les autres types : un sinus sanguin s'étend entre les deux, et leurs adhérences sont très faibles. Ce saccule, très développé, translucide, est découpé profondément en plusieurs lobes, qui eux-mêmes sont ramifiés; les terminaisons sont représentées par de grosses ampoules comparables à des acini. Les ramifications convergent vers le tubercule excréteur, et, à ce niveau, le saccule contracte une forte adhérence avec le canal vésical; il émet en ce point un prolongement conique qui s'effile en un canal d'une ténuité extrême, lequel m'a paru déboucher dans le canal excréteur vésical, à son extré-

---

[1] Pour constater ce fait, il est nécessaire de s'assurer que les individus récoltés ne renferment pas de larves. Tous les champignons envahis par les larves réduisent la liqueur cupropotassique.

[2] Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie de Roscoff.

mité terminale. Le labyrinthe est formé par le tissu lacunaire, réticulé habituel; mais ses lacunes présentent la particularité remarquable de déboucher largement dans la vessie, par toute la surface de la glande qui se trouve en rapport avec cette dernière; il en résulte une sorte de surface criblée gigantesque, qu'au premier abord on serait loin de regarder comme le représentant de l'orifice glandulaire.

» Gebia deltura. — L'appareil excréteur est placé de champ, de chaque côté de l'estomac, disposition due à ce fait que, chez la Gébie, le céphalothorax est dans sa portion antérieure fortement comprimé latéralement.

» On peut distinguer *a priori*, sans tenir compte de la structure interne, deux parties : l'une postérieure, volumineuse, est de couleur olive foncé, brun noir ou brun jaune, de forme triangulaire, avec son sommet le plus aigu passant au-dessus de l'estomac et atteignant le milieu de la région pylorique. La base opposée à ce sommet, placée en dehors de l'œsophage, se continue en un diverticulum qui se dirige en avant vers le rostre. Le bord postérieur est en rapport avec le foie. La seconde partie, blanchâtre, presque transparente, fait suite à la première : elle forme une bande aplatie latéralement, longeant l'estomac et aboutissant au tubercule excréteur; son bord supérieur est longé par l'artère antennaire qui lui envoie quelques rameaux très déliés. Sur la face externe de la glande, un profond sillon présentant la forme d'une accolade et recevant l'artère rénale, branche de l'artère antennaire, sépare la partie foncée de la partie blanche; dans certains cas, cependant, la partie foncée se prolonge au delà du sillon; enfin, sur la face interne, les deux parties passent toujours sans limite tranchée de l'une à l'autre.

» Je passe maintenant à la structure interne. La partie foncée, beaucoup plus épaisse que la partie claire, comprend à son intérieur le saccule, qui se trouve entouré de toutes parts par le labyrinthe. Le saccule présente une cavité centrale d'où partent en divergeant de nombreuses ramifications qui s'enfoncent dans le tissu réticulé du labyrinthe; ce tissu est très dense et les lacunes glandulaires en sont extrêmement nombreuses. La partie claire est formée par un réticulum glandulaire moins dense que le précédent, et se continuant avec lui; sur certains individus, on le voit se dessiner en brun sur un fond plus clair; les mailles en sont séparées par un tissu formé de grosses cellules vésiculaires, et qui paraît de nature conjonctive. En approchant du tubercule excréteur, les mailles deviennent de plus en plus larges, et l'une d'elles se met en relation par un fin canalicule avec l'orifice du tubercule excréteur; ce dernier occupe une position externe à la

base de l'antenne; c'est vraisemblablement la dernière portion du tissu réticulé (partie claire) qui représente la vessie.

» Chez l'*Axius Stirynchus,* type voisin de la Gébie, les glandes sont incolores, translucides, de forme discoïde, beaucoup plus petites que chez la Gébie, ne dépassant pas, en arrière, l'insertion des mandibules; elles envoient un prolongement dans l'antenne, et se mettent en rapport avec le tubercule excréteur par une petite proéminence conique, émanant de la face inférieure de la glande; on distingue un grand saccule ramifié inclus dans le tissu du labyrinthe; là encore je n'ai pas vu de vessie.

» Crangon vulgaris. — Je ne parlerai, dans la présente Note, que de la vessie du Crangon. Il n'y a pas de grande vessie sus-stomacale impaire comme chez le Palæmon. Toutefois, en avant de l'estomac, les deux vessies se confondent, et de cette large commissure part un prolongement qui va remplir le labre. La vessie présente de nombreux lobes qui s'insinuent entre les différents organes; mais on remarque surtout un grand lobe en forme de sac, qui descend latéralement de chaque côté de l'estomac; en avant, de petits lobes occupent la base des antennes, et la base des antennules; enfin, postérieurement, elle émet un prolongement qui, allant à la rencontre de son congénère du côté opposé, contribue à former à l'œsophage une sorte de collier vésical analogue à celui de nombreux Brachyures. A part le lobe stomacal dont les parois sont à peu près lisses, tout le reste de la vessie présente des invaginations et des replis extrêmement nombreux.

» Appendice. — *Sur la pièce mobile portant chez les Brachyures l'orifice excréteur.* — Cette pièce, que j'ai décrite chez le Maia dans une Note précédente, doit être considérée comme représentant non seulement le tubercule excréteur des Macroures, ainsi que je le croyais d'abord, mais l'article tout entier qui porte ce tubercule. Cette pièce, si complètement adaptée à l'excrétion, est donc l'homologue du premier article de l'antenne (coxocérite) des Macroures. Ce fait est démontré : 1° par les connexions (insertions musculaires); 2° par l'anatomie comparée (types intermédiaires); 3° par le développement (formes larvaires). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la conformation primitive du rein des Pélécypodes.* Note de M. **Paul Pelseneer.**

« I. La structure de l'organe excréteur des Pélécypodes a déjà été étudiée chez un certain nombre de formes, notamment par MM. Griesbach [1], Letellier [2], Rankin [3], etc.

» Or, les résultats obtenus chez ces formes sont tels (la structure du rein y étant assez complexe) qu'on a pu dire : « La ressemblance (dans » la structure de cet organe) ne lie pas les Acéphales aux Prosobranches » les plus inférieurs, mais bien à des représentants plus élevés de ce » groupe » [4].

» II. Mais les formes de Pélécypodes étudiées jusqu'ici, au point de vue de l'organe en question, sont toutes déjà fort spécialisées; et, si l'on examine, au contraire, les types actuels les plus archaïques (Protobranchiés = *Nuculidæ* + *Solenomyidæ*), on observe une conformation toute différente de ce qui était connu précédemment.

» Chez ces animaux, chaque rein constitue un sac replié sur lui-même, de façon à avoir ses deux extrémités plus ou moins voisines et dirigées en avant : l'une d'elles s'ouvrant dans le péricarde, l'autre au dehors; cette dernière, chez les *Nucula*, est plus postérieure que l'autre. En arrière, ce sac ne s'étend, chez aucun Protobranchié, jusqu'à l'adducteur postérieur. Il ne communique en aucun point avec l'autre rein.

» Au point de vue de la structure, ce rein [chez les *Solenomya*, par exemple, où Deshayes l'a pris pour une partie de l'ovaire [5]] est dépourvu de tout repli, ou lamelle, intérieur, et même de ramifications; c'est un sac absolument simple, à large lumière. La paroi intérieure est

---

[1] Griesbach, *Ueber den Bau des Bojanus' schen organes der Teichmuschel* (*Arch. f. Naturg.;* 1877).

[2] Letellier, *Étude de la fonction urinaire chez les Mollusques acéphales* (*Arch. d. Zool. Expér.*, 2e série, t. V *bis*).

[3] Rankin, *Uber das Bojanus' sche Organ der Teichmuschel* (*Jenaische Zeitschr.* Bd. XXIV).

[4] Perrier, *Recherches sur l'anatomie et l'histologie du rein des Gastéropodes Prosobranches* (*Ann. des Sc. nat., Zoologie,* 7e série, t. VIII, p. 293).

[5] Deshayes, *Histoire naturelle des Mollusques* (*Exploration de l'Algérie*), Pl. XIX B, *fig.* 1, *g*.

faite d'un revêtement épithélial uniforme, de l'une à l'autre extrémité, à cellules toutes semblables et sécrétantes.

» Ce fait montre que, chez les Pélécypodes plus spécialisés, la branche terminale ou postéro-antérieure du rein (poche périphérique, *Nierengang*) n'a pas, comme le pense Rankin [1], un rôle originairement vecteur, mais bien originairement sécréteur, comme l'organe entier. La disposition observée chez ces formes (Najades, par exemple), où le rôle sécréteur est dévolu à la branche antéro-postérieure (poche centrale, *Nierensack*), est donc une spécialisation.

» III. Au point de vue de la structure, il y a donc une grande conformité entre les Pélécypodes Protobranchiés et les *Fissurellidæ* [2], au point que les reins des *Solenomya* et des *Fissurella* sont beaucoup plus semblables entre eux que ceux des *Solenomya* et de bien d'autres Pélécypodes, ou que ceux des *Fissurella* et de bien d'autres Anisopleures ou Gastropodes proprement dits.

» La ressemblance entre l'organe excréteur des Protobranchiés et celui des Rhipidoglosses les plus primitifs est rendue encore plus complète par le fait que, chez tous les premiers (*Nucula, Leda, Yoldia, Solenomya*), les glandes génitales s'ouvrent dans les reins, comme chez les *Fissurellidæ*, les *Haliotidæ*, etc., fait qui n'avait été observé jusqu'ici, parmi les Pélécypodes, que chez les *Anomia*, *Lima* et *Spondylus*. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 octobre 1890.

Service de la Statistique municipale (le Dr Jacques Bertillon, chef des travaux de Statistique). — *Cartogrammes et diagrammes relatifs à la population*

---

(1) Rankin, *loc. cit.*, p. 260.

(2) *Voir*, par exemple, Perrier, *loc. cit.*,

parisienne et à la fréquence des principales maladies à Paris pendant la période 1865-1887. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. in-4°.

Annuaire statistique de la ville de Paris, IXe année, 1888. Paris, G. Masson, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Faune de la Normandie; par HENHI GADEAU DE KERVILLE. Fasc. II : *Oiseaux* (*carnivores, omnivores, insectivores et granivores*). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890; 1 vol. in-8°.

Memorie di Matematica e di Fisica della Societa italiana delle Scienze, serie terza, tomo VII. Napoli, 1890; 1 vol. in-4°.

Atti della R. Academia dei Lincei, anno CCLXXXV, 1888, serie quarta. — *Memorie della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali*, volume V. Roma, 1888; 1 volume in-4°.

Transactions of the clinical Society of London, volume the twenty-third. London, Longmans, Green and C°, 1890; 1 vol. in-8°.

Minutes of Proceedings of the Institution of civil engineers; with other selected and abstracted papers, vol. CII, edited by JAMES FORREST. London, 1890; 1 vol. in-8°.

Upsala Universitets Arsskrift, 1889. Upsala, Akademiska bokhandeln, 1 vol. gr. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 27 OCTOBRE 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Vénus à l'Observatoire de Nice.* Note de M. PERROTIN.

« Ces observations, entreprises dans le but de vérifier les récentes découvertes de M. Schiaparelli sur la rotation de la planète, ont été faites pendant le jour.

» Commencées le 15 mai 1890, trois mois après la conjonction supérieure, elles ont été poursuivies jusqu'au 4 octobre, quelques jours après la plus grande élongation orientale, c'est-à-dire pendant un peu plus de quatre mois et demi. Dans cet intervalle nous avons pu étudier utilement la planète pendant 74 jours et faire 61 dessins.

» Une étude attentive de ces dessins et des Notes détaillées qui les accompagnent prouvent que l'aspect de la planète ne varie pas sensiblement d'un jour à l'autre, et qu'il reste aussi le même aux diverses heures de la journée. Les modifications que l'on observe le même jour se font sans

mouvement, par le seul effet des variations de l'illumination et de l'absorption atmosphérique avec la hauteur de l'astre sur l'horizon.

» En réalité, les changements ne se produisent qu'avec une extrême lenteur et ne deviennent apparents qu'au bout d'un certain nombre de jours. Comme conséquence de ce qui précède nous avons pu réduire l'ensemble des dessins à six d'entre eux, qui montrent, en les exagérant beaucoup d'ailleurs, les principales particularités observées. Ces dessins correspondent à une même distance de l'astre à la Terre.

» La *fig.* 1 donne l'aspect de la planète à la fin de mai; il a été fait le 23. Les environs de la corne australe présentent un assombrissement marqué, qui se continue le long du terminateur jusqu'au-dessus de la corne boréale. Au-dessous de cette bande, dans le voisinage immédiat de la corne, il existe une région plus blanche que le reste de la surface, que l'on n'a cessé de voir pendant toute la durée des observations, toutefois avec de légères variations dans l'éclat, l'étendue et la position.

» A ces faits, il convient d'ajouter les deux suivants, non représentés par le dessin. En premier lieu, la corne australe m'a toujours paru mieux définie et plus effilée que la corne boréale; celle-ci semblait mal indiquée et comme tronquée; en second lieu, pendant la première moitié de ce travail, le terminateur paraissait plus arrondi dans le voisinage de la corne boréale que dans celui de la corne australe.

» L'étude de nos dessins montre que la bande sombre a suivi le terminateur dans son mouvement de rotation autour de la ligne des cornes; l'écart est de 15° à 18°, au bout de quatre mois et demi, dans le sens d'une accélération. Toutefois, cet écart étant à peine supérieur aux erreurs que l'on commet dans la position de la bande quand elle est très éloignée du méridien de la planète passant par le centre du disque, cette accélération est encore douteuse.

» Un second fait, qui s'est produit pendant la seconde moitié de nos observations, est venu confirmer ce qui précède. Il s'agit de la présence au-dessous de la corne australe, dans le voisinage du terminateur, d'une tache sombre, qui, tout d'abord simple, n'a pas tardé à se dédoubler avec la diminution de la distance à la terre, comme le montrent les *fig.* 5 et 6, et dont les deux branches, qui semblaient être le prolongement de la bande principale, comprenaient une tache blanche dont l'éclat attirait particulièrement l'attention. Pendant plus d'un mois et demi, cette région s'est présentée avec à peu près les mêmes caractères; on a seulement remarqué un sensible mouvement de ces taches vers la corne australe, provenant en partie

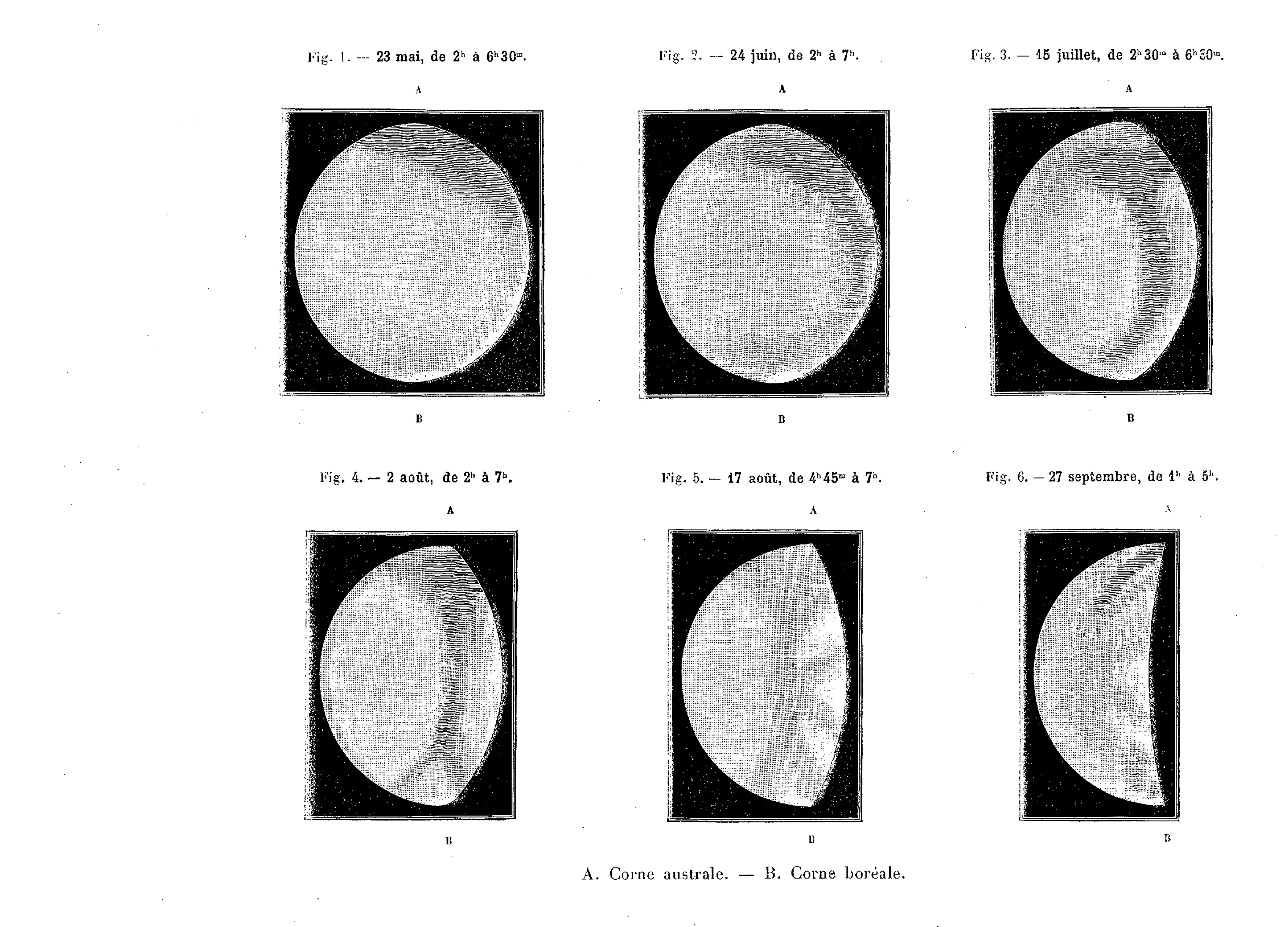


Fig. 1. — 23 mai, de 2^h à $6^h 30^m$.

Fig. 2. — 24 juin, de 2^h à 7^h.

Fig. 3. — 15 juillet, de $2^h 30^m$ à $6^h 30^m$.

Fig. 4. — 2 août, de 2^h à 7^h.

Fig. 5. — 17 août, de $4^h 45^m$ à 7^h.

Fig. 6. — 27 septembre, de 1^h à 5^h.

A. Corne australe. — B. Corne boréale.

de la variation en latitude de la planète, et aussi peut-être de l'accélération dont il vient d'être question, combinée ou non avec un mouvement de vibration en latitude.

» L'ensemble des faits observés conduit aux conclusions suivantes :

» 1° La rotation de la planète est très lente et se fait de telle sorte que la position relative des taches et du terminateur n'éprouve pas de changement notable pendant un grand nombre de jours.

» 2° La durée de la rotation de la planète ne diffère pas de la durée de la révolution sidérale, soit 225 jours environ, de plus de 30 jours.

» Pourtant nos observations s'accommoderaient plus volontiers d'une rotation plus rapide, dont la durée serait comprise entre 195 et 225 jours.

» 3° L'axe de rotation de la planète est à peu près perpendiculaire au plan de l'orbite. Le déplacement de la région blanche de la corne boréale montre que l'écart ne dépasse pas 15°, comme l'admet M. Schiaparelli.

» Nos observations des deux derniers mois ont révélé l'existence d'un fait, non encore signalé, qui est de la plus haute importance. Ce fait est relatif à la différence d'aspect des deux régions de la planète, placées de part et d'autre de la bande sombre. La lumière de celle de gauche m'a paru plus vive, légèrement colorée et d'un éclat généralement uniforme. Cette région ne présente pas de phénomène bien net; on a cru y distinguer, par moments, de larges taches sombres, vagues et mal définies sur le pourtour.

» Celle de droite, plus accessible à nos investigations, est traversée par des lignes sombres allant, en divergeant, de la bande sombre au terminateur. Ces ramifications de la grande bande sont plus nombreuses et plus intenses vers la corne australe ([1]) que vers la corne boréale. Cette région est inégalement éclairée et la lumière y va en augmentant d'intensité, en approchant du terminateur.

» Cette lumière est moins vive, plus blanche et plus douce que celle de l'autre région. Son aspect rappelle celui des neiges et des glaces polaires de la planète Mars.

» La différence d'aspect de ces deux régions s'est manifestée d'une autre manière; tandis que la région de gauche donnait la sensation d'une surface convexe du côté de l'observateur, celle de droite paraissait concave. On aurait dit deux surfaces placées dans des conditions d'illumination et de

---

([1]) Ces ramifications comprennent quelquefois entre deux branches consécutives des parties blanches qui font l'effet de taches; nous en avons eu deux qui ont persisté du 26 août au 15 septembre et qui rappellent celles de M. Schiaparelli.

position différentes. Le passage de l'une à l'autre se faisait d'une manière graduelle. Cette impression était très nette lorsque les images étaient absolument calmes.

» Nos observations de 1889 nous ont appris qu'il existe de l'autre côté du disque une bande sombre semblable à celle que nous avons étudiée cette année. Il y aura grand intérêt à savoir si la zone qui sépare cette bande du terminateur présente les caractères de celle dont nous venons de parler.

» Il n'y a plus, en effet, que deux hypothèses admissibles : ou bien la planète tourne constamment la même face vers le Soleil et, dans ce cas, les deux bords de la planète, dans le voisinage de l'équateur surtout, doivent avoir le même aspect (la libration en longitude due à l'équation du centre ne saurait rien changer); ou bien la planète tourne plus vite (la durée de rotation étant comprise entre 195 et 225 jours), et alors les deux côtés se trouvent dans des conditions totalement différentes. Après avoir été plongées pendant plus de trois mois dans l'obscurité, les régions voisines du bord occidental viennent se placer sous l'action des rayons solaires pendant le même temps; les régions qui sont de l'autre côté du disque subissent la même alternative, mais en sens inverse.

» On conçoit dès lors l'importance que doit avoir la constatation du fait sur lequel nous appelons l'attention, car il est lié à la question de la rotation elle-même, rotation dont la durée se trouve maintenant resserrée entre des limites assez étroites. »

M. le Dr **Lavaux** donne lecture d'une Note portant pour titre : « Des modifications physiologiques que subissent les bruits du cœur du fœtus pendant l'accouchement. »

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Alfred Basin** adresse un Mémoire sur les divers moyens qui ont été proposés par lui pour éviter les collisions en mer.

(Renvoi à la Section de Navigation.)

M. **Émile d'Arras** adresse une Note intitulée : « Destruction du phylloxera, des sauterelles, limaçons, mouches et autres insectes qui se trouvent sur les plantes, dans le sol et dans le sous-sol, par une atmosphère insecticide ou par des gaz surchauffés ».

(Commissaires : MM. Pasteur, Duchartre, Schlœsing.)

M. **Léon Daille** adresse, d'Auxerre, une Note sur le grisou.

(Renvoi à la Commission du grisou.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie une Lettre de M. le Ministre des Finances, invitant l'Académie à désigner deux de ses Membres, pour faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire, en remplacement de M. *Peligot*, décédé, et de M. *Fremy*, dont les pouvoirs sont sur le point d'expirer.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** consulte l'Académie sur la question de savoir si, « tout en maintenant l'Observatoire de Paris, il n'y aurait pas lieu de lui créer une succursale aux environs, pour les travaux qui exigent le plus de stabilité dans le sol et de pureté dans l'atmosphère ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. le **Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour chacune des deux chaires suivantes, récemment créées au Conservatoire national des Arts et Métiers : 1° chaire de Métallurgie et du travail des métaux; 2° chaire d'Électricité industrielle.

(Renvoi, pour la préparation de la première liste, aux Sections de Chimie et de Minéralogie réunies; pour la préparation de la seconde, aux Sections de Physique et de Mécanique réunies.)

M. le **Président** informe l'Académie de la perte que la Science vient de

faire dans la personne de M. *Émile Mathieu*, professeur de Mathématiques pures à la Faculté des Sciences de Nancy.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la réduction à la forme canonique des équations différentielles pour la variation des arbitraires dans la théorie des mouvements de rotation*. Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« En rapprochant les résultats obtenus par M. Serret (*Mémoires de l'Académie*, t. XXXV) de la *Théorie de la Lune* de M. Delaunay (*voir* le t. I, p. 75 et suiv.), on peut donner la forme canonique aux équations finales de M. Serret.

» Je ferai usage, dans ce qui suit, des mêmes notations que M. Tisserand (*Traité de Mécanique céleste*, t. II).

» Il s'agit donc, étant donné le système canonique

$$\frac{dH}{dt} = \frac{\partial U}{\partial h}, \qquad \frac{dh}{dt} = -\frac{\partial U}{\partial H},$$
$$\frac{dG}{dt} = \frac{\partial U}{\partial g}, \qquad \frac{dg}{dt} = -\frac{\partial U}{\partial G},$$
$$\frac{dF}{dt} = \frac{\partial U}{\partial \psi'}; \qquad \frac{d\psi'}{dt} = -\frac{\partial U}{\partial F},$$

d'en obtenir un autre également canonique, mais ne présentant plus l'inconvénient de faire sortir t des signes sinus et cosinus.

» U se développe en effet sous la forme

$$U = \Sigma f(H, G, F) \times \cos(iu + j\varphi' + l\psi' + \mu t + \mu');$$

on a

$$u = abn'_1(t+h), \qquad \varphi' = n_1(t+h) + g - \frac{\pi}{2};$$
$$n'_1 = \omega' \frac{\pi}{2K}, \qquad \frac{n_1}{n'_1} = \sqrt{1 + \frac{k^2}{\alpha^2}\left(\frac{2K}{\pi} + \frac{C-A}{A}\frac{2\Pi}{\pi}\right)} - ab;$$
$$K = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\chi}{\sqrt{1 - k^2\sin^2\chi}}, \qquad \Pi = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{1+\alpha^2\sin^2\chi}\frac{d\chi}{\Delta\chi};$$
$$k^2 = c^2\sigma^2, \qquad \alpha^2 = \frac{C(B-A)}{A(C-B)};$$

la dérivation de U par rapport à H et G, dont n_1 et n'_1 sont fonctions, ferait sortir t des signes trigonométriques.

» Pour éviter cet inconvénient, démontrons d'abord que

$$\frac{1}{n'_1}dH - \frac{n_1}{n'_1}dG = \frac{1}{\omega'}\frac{2K}{\pi}dH - \sqrt{1+\frac{k^2}{\alpha^2}}\left(\frac{2K}{\pi}+\frac{C-A}{A}\frac{2\Pi}{\pi}\right)dG + ab\,dG,$$

est une différentielle exacte; il n'y a pas à s'occuper du terme $+ab\,dG$.

» Remplaçons dans les deux premiers dH et dG par leurs valeurs en ω' et k,

$$dH = C\omega'\left(1+\frac{C}{A}\frac{k^2}{\alpha^2}\right)d\omega' + C\omega'^2\frac{C}{A}\frac{k\,dk}{\alpha^2},$$

$$dG = C\sqrt{1+\frac{k^2}{\alpha^2}}\,d\omega' \quad + \frac{C\omega'}{\alpha^2}\frac{k\,dk}{\sqrt{1+\frac{k^2}{\alpha^2}}};$$

il viendra, pour l'ensemble de ces deux termes,

$$\begin{aligned}&\left[\frac{2K}{\pi}C\left(1+\frac{C}{A}\frac{k^2}{\alpha^2}\right) - C\left(1+\frac{k^2}{\alpha^2}\right)\left(\frac{2K}{\pi}+\frac{C-A}{A}\frac{2\Pi}{\pi}\right)\right]d\omega'\\ &\quad+\left(\frac{2K}{\pi}\frac{C}{A}-\frac{2K}{\pi}-\frac{C-A}{A}\frac{2\Pi}{\pi}\right)\frac{C\omega'}{\alpha^2}k\,dk\\ &= \frac{2}{\pi}\frac{C-A}{A}(K-\Pi)\frac{C\omega'}{\alpha^2}k\,dk + \frac{2}{\pi}C\frac{C-A}{A}\left[K\frac{k^2}{\alpha^2}-\left(1+\frac{k^2}{\alpha^2}\right)\Pi\right]d\omega'\\ &= \frac{2}{\pi}C\frac{C-A}{C}\left(\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sin^2\chi}{1+\alpha^2\sin^2\chi}\frac{d\chi}{\Delta\chi}\omega' k\,dk - \int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\Delta\chi}{1+\alpha^2\sin^2\chi}d\chi\,d\omega'\right):\end{aligned}$$

c'est la différentielle de

$$-\frac{2}{\pi}C\frac{C-A}{C}\omega'\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\Delta\chi}{1+\alpha^2\sin^2\chi}d\chi.$$

» On a donc

$$\frac{1}{n'_1}dH - \frac{n_1}{n'_1}dG = d\left(abG - \frac{2}{\pi}C\frac{C-A}{C}\omega'\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\Delta\chi}{1+\alpha^2\sin^2\chi}d\chi\right).$$

» On en conclut aussitôt la relation remarquable signalée par M. Serret

$$\frac{\partial\frac{1}{n'_1}}{\partial G} + \frac{\partial\frac{n_1}{n'_1}}{\partial H} = 0.$$

» Soit

$$\frac{1}{n'_1}dH - \frac{n_1}{n'_1}dG = ab\,d\Lambda,$$

A étant considéré comme fonction de H, G, il vient

$$\frac{1}{abn'_1} = \frac{\partial A}{\partial H}, \qquad -\frac{n_1}{abn'_1} = \frac{\partial A}{\partial G};$$

si H est considéré comme fonction de A, G, il vient, d'autre part,

$$abn'_1 = \frac{\partial H}{\partial A}, \qquad n_1 = \frac{\partial H}{\partial G}.$$

On remarquera que A, développé suivant les puissances de k^2, commence par un terme en $\omega' k^2$.

» Cela posé, l'analyse de Delaunay conduit au système canonique suivant, dans lequel R = U — H est supposé exprimé avec la nouvelle arbitraire A :

$$\frac{dA}{dt} = \frac{\partial R}{\partial u}, \qquad \frac{du}{dt} = -\frac{\partial R}{\partial A},$$
$$\frac{dG}{dt} = \frac{\partial R}{\partial \varphi'}, \qquad \frac{d\varphi'}{dt} = -\frac{\partial R}{\partial G},$$
$$\frac{dF}{dt} = \frac{\partial R}{\partial \psi'}; \qquad \frac{d\psi'}{dt} = -\frac{\partial R}{\partial F}.$$

» Ce résultat, auquel j'ai été d'abord conduit par induction, en partant des développements en série de la *Mécanique céleste* de M. Tisserand, me paraît rendre encore plus étroite l'analogie entre les deux problèmes principaux de l'Astronomie mathématique. En particulier, la méthode suivie par Delaunay pour intégrer, sous forme algébrique, les équations du mouvement de la Lune, s'applique également aux équations du mouvement de rotation des corps célestes. »

ASTRONOMIE. — *Le méridien neutre de Jérusalem-Nyanza, proposé par l'Italie pour fixer l'heure universelle, déterminé par sa distance horaire à cent vingt observatoires.* Note de M. **Tondini**, présentée par M. Janssen.

« Le méridien éminemment neutre de Jérusalem-Nyanza, ainsi nommé pour indiquer à la fois le point qui le détermine et la région du continent africain qu'il traverse à l'équateur (à 75^{km} environ à l'est du lac Nyanza), ferait coïncider, à quelques secondes près, le jour universel avec le jour

chronologique. Cette coïncidence a été déjà réclamée au Congrès géographique international de Paris en 1875, et, aussi, à la Conférence de Washington, comme la solution indiquée, en quelque sorte, par la nature elle-même de la question de l'heure universelle. C'est pourquoi l'Italie, distinguant sagement, comme la France en 1884, entre l'unification des *heures* et celle des *longitudes*, se borne à suggérer l'adoption de l'heure de Jérusalem, *conjointement avec l'heure locale*, dans la télégraphie, au profit surtout des observations scientifiques, s'en remettant, pour toute application ultérieure, à l'expérience. Aussi insiste-t-elle tout particulièrement, comme la France en 1884, pour le *statu quo*, c'est-à-dire pour le libre usage du méridien initial, dans l'Astronomie et la Marine qui n'ont aucun besoin de l'heure universelle et, comme la Conférence géodésique de Rome en 1883, elle met les travaux topographiques entièrement hors de cause.

» Enfin, comme il importe que le méridien fixant l'heure universelle non seulement ait « un caractère réel d'internationalité », mais qu'il conserve ce caractère même à l'avenir, on l'a déterminé par sa distance horaire à cent vingt observatoires dont la liste suivante indique quelques-uns des principaux. La liste complète comprend tous les observatoires indiqués dans le *Nautical Almanac* de 1891, plus onze autres se recommandant par leur position dans l'hémisphère austral ou par l'importance de la ville qui les possède. Les latitudes sont empruntées au *Nautical Almanac*, qui donne, aussi, les fractions décimales de seconde; pour les longitudes, on s'est servi de la *Connaissance des Temps* de 1892.

Position géographique de Jérusalem.

Latitude 31°46′30″N.

Longitude 32°52′52″. *En temps :* $2^h 11^m 31^s 5$E, Paris; $2^h 20^m 52^s 4$E, Greenwich.

Altitude 779^m.

(*Connaissance des Temps* 1892.)

Observatoires.	Latitude.	Longitude en temps.
	° ′ ″	h m s
Berlin (34^m)	52.30.16,7N	0.27.17,50
Bologne	44.29.47,0N	1.35.27,80
Bruxelles (52^m)	50.51.10,7N	2. 3.23,70
Cambridge (États-Unis)	42.22.48,0N	7. 5.23,40
Copenhague (R.)	55.41.13,6N	1.30.33,50

Observatoires.	Latitude.	Longitude en temps.
	° ′ ″	h m s
Genève (407^m)	46.11.58,8 N	1.56.15.60
Greenwich	51.28.38,1 N	2.20.52,40
Lisbonne (Obs. royal)	38.42.31,3 N	2.57.37,10
Madrid	40.24.29,7 N	2.35.37,60
Paris (59^m)	48.50.11 N	2.11.31,50
Poulkova	59.46.18,7 N	0.19.33.80
Rio de Janeiro	22.54.23,8 N	5.13.33.90
Rome (coll. rom.)	41.53.53,5 N	1.30.57,00
San Francisco	37.47.24,0 N	10.30.35,00
Vienne (Nouv. Obs.)	48.13.55,4 N	1.15.31,00
Washington (Obs. de la Marine)	38.53.38,8 N	7.29. 4,60

» Peut-être cette liste, attentivement revue par des hommes compétents, sera-t-elle acceptée par les puissances comme fixant le méridien de l'heure universelle. Dans ce cas, une convention internationale pourrait statuer qu'on lui fera subir chaque année toutes les corrections que pourrait exiger le progrès des méthodes et des instruments d'observation, mais que jamais le méridien initial ne sera fixé par un observatoire national. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements en série des intégrales de certaines équations différentielles.* Note de M. **R. Liouville.**

« Les équations différentielles que j'ai surtout en vue dans cette recherche sont réductibles à cette forme

$$(1)\qquad \frac{dy}{dx} + a_1 y^3 + 3a_2 y^2 + 3a_3 y + a_4 + a_5 y^{-1} + a_6 y^{-2} + \ldots = 0$$

et leurs coefficients a_1, a_2, ..., liés à la variable x d'une manière quelconque, sont en nombre limité; mais il est facile d'apercevoir comment une méthode analogue s'appliquerait à des cas plus étendus.

» Les intégrales de l'équation (1) admettent des points critiques de deux sortes très différentes : ceux où quelques-unes des fonctions a_1, a_2, ..., deviennent infinies ou indéterminées, ceux qui rendent nulle ou infinie l'intégrale que l'on considère. Je m'occuperai seulement de la dernière catégorie et en particulier des infinis, dont l'étude est un peu plus simple.

» Près d'un point x_0, où les coefficients a_1, a_2, ... n'offrent aucune

singularité, les intégrales qui cessent d'être finies sont données en général par la série suivante

$$(2)\qquad ht^{-1}+h_1+h_2t+h_3t^2+\ldots,$$

dans laquelle $t=(x-x_0)^{\frac{1}{2}}$; selon la détermination choisie pour t, l'on trouve ainsi deux intégrales : je les désignerai par y et v. Les coefficients $h, h_1, \ldots,$ contiennent x_0 et le second est nul si, par cette transformation

$$(3)\qquad y=\mathrm{Y}-\frac{a_2}{a_1},$$

la seconde puissance de l'inconnue a disparu de l'équation différentielle proposée. Imaginons que la série (2) soit multipliée par une autre λ, procédant suivant les puissances entières et positives de $x-x_0$ et convergente pour les valeurs de t voisines de zéro; le produit $y^{(1)}$ vérifie, dans un certain domaine, une équation semblable à (1) [1]; le multiplicateur λ dépend en général de x_0 et x, c'est-à-dire est variable avec l'intégrale, y, que l'on étudie. Cela étant, il est aisé d'établir que les déterminants

$$(4)\qquad \Delta_p=\begin{vmatrix} h_{2p-1}, & h_{2p-3}, & \ldots, & h_3, & h_1\\ h_{2p-2}, & h_{2p-4}, & \ldots, & h_2, & h\\ h_{2p-3}, & h_{2p-5}, & \ldots, & h_1, & 0\\ \ldots\ldots, & \ldots\ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots\\ h_p & h_{p-1}, & \ldots, & 0 & 0\end{vmatrix},$$

jouent le rôle d'invariants relatifs pour les transformations $y^{(1)}=\lambda y$ et, lorsqu'on a fait usage de la substitution (3), l'introduction de $y+\psi(x)$ au lieu de y ne pouvait laisser aucune trace. Les produits $\Delta_p.a_1^{\frac{p(p-1)}{4}}$ sont aussi des invariants relatifs pour les changements de variable; si l'on définit un de ces changements par l'équation $\frac{d\mathrm{X}}{dx}=f(x)$, en désignant par $\varphi(x)$ ce que devient $\frac{1}{k_0}$ après y avoir remplacé x_0 par x, l'expression indiquée, $\Delta_p.a_1^{\frac{p(p-1)}{4}}$, se multiplie par $\left(\frac{\varphi}{f}\right)^{\frac{p(p+1)}{2}}$, c'est-à-dire est de poids $\frac{p(p+1)}{2}$. Soit

$$(5)\qquad \frac{d\mathrm{Y}}{dx}+\mathrm{A}_1\mathrm{Y}^3+3\mathrm{A}_3\mathrm{Y}+\mathrm{A}_4+\mathrm{A}_5\mathrm{Y}^{-1}+\mathrm{A}_6\mathrm{Y}^{-2}+\ldots=0$$

---

[1] Toutefois le nombre de ses coefficients n'est pas limité.

l'équation (1), transformée d'après (3). Les expressions $A_{i+4}A_1^{i+2} = s_{i+3.i+1}$ et toutes celles-ci,

$$(6) \qquad s_{i+2.m+1} = A_1 \frac{ds_{i.m+1}}{dx} - is_{i.m+1}\left(\frac{dA_1}{dx} - 3A_1A_3\right),$$

qui s'en déduisent, sont des invariants relatifs pour les substitutions

$$y = y^{(1)}\varphi(x), \qquad \frac{dX}{dx} = f(x).$$

» Les nouveaux invariants, $\Delta_p . a_1^{\frac{p(p-1)}{4}}$, où l'on remplace x_0 par x, sont des fonctions rationnelles des précédents, $s_{i.m+1}$; mais leur définition est, on le voit, complètement différente, puisqu'ils concernent des transformations dans lesquelles le multiplicateur λ renferme x_0 et x.

» Dans le cas le plus simple,

$$(7) \qquad \frac{dy}{dx} + a_1 y^3 + 3a_2 y^2 + 3a_3 y + a_4 = 0,$$

pris ici pour exemple, on reconnaît que, si deux équations de cette forme se réduisent l'une à l'autre par une transformation telle que

$$(8) \qquad y^{(1)} = y\lambda(x_0, x),$$

elles ne sont pas vraiment distinctes et la réduction est possible sans que λ contienne x_0.

» Dans ce même cas, je suppose que, ayant désigné par ρ une seconde série, qui procède suivant les puissances entières et positives de $x_0 - x$, on ait choisi λ et ρ de telle manière que ces deux fonctions

$$y^{(1)} = \lambda y + \rho v, \qquad v^{(1)} = \lambda v + \rho y,$$

vérifient une équation différentielle

$$(9) \qquad \frac{dy^{(1)}}{dx} + b_1 y^{(1)^3} + 3b^2 y^{(1)^2} + 3b_3 y^{(1)} + b_4 = 0$$

du même type que (7). Les fonctions $\lambda + \rho$ et $\lambda\rho$, qui sont d'apparence uniforme, jouissent de propriétés dignes d'intérêt lorsque, l'équation (9) étant donnée, l'équation auxiliaire (7) est de celles que l'on sait intégrer; j'aurai, si l'Académie veut bien le permettre, quelques remarques à présenter sur ce sujet. Il n'y a aucune difficulté pour appliquer des considérations analogues aux équations plus générales du type (1); il faut alors

faire intervenir aussi les intégrales qui s'annulent en un point arbitraire x_0. »

OPTIQUE. — *Visibilité périodique des phénomènes d'interférence, lorsque la source éclairante est limitée.* Note de M. **Ch. Fabry.**

« Soit un appareil interférentiel quelconque, éclairé par une source de lumière monochromatique. La partie utilisée de la source est limitée à un certain nombre d'ouvertures percées dans un écran plan P. On observe les franges dans un plan P', aux environs d'un point O' de ce plan. Nous supposerons que *tous les points* de la partie découverte de la source envoient deux ondes aux points du plan P' voisins de O'.

» Prenons dans le plan P deux axes de coordonnées rectangulaires yOx, et dans P' deux axes $y'O'x'$. Un point $M(x, y)$ du plan P envoie deux ondes au point $M'(x', y')$ du plan P'; soit Δ leur différence de marche, qui est une fonction de x, y, x', y'. Si la partie découverte de la source est peu étendue autour du point O, et si l'on examine seulement ce qui se passe aux environs immédiats du point O', on peut écrire

$$\Delta = \Delta_0 + Ax + By.$$

Δ_0 représente la différence de marche des ondes envoyées par O en M'; c'est une fonction des coordonnées x', y' de ce point.

» L'orientation de l'axe Ox étant à notre choix, nous pouvons en profiter pour faire disparaître le terme en y, et écrire

$$\Delta = \Delta_0 + \alpha x. \tag{1}$$

» L'intensité lumineuse, étant la somme des intensités fournies par les différents points de la source, aura pour expression

$$\iint \left(1 + \cos 2\pi \frac{\Delta}{\lambda}\right) dx\, dy,$$

l'intégration étant étendue à toute la surface libre du plan P et Δ ayant la valeur (1).

» Soit S la surface totale des ouvertures. Nous pouvons sans inconvénient diviser par ce facteur constant l'expression de l'intensité, et écrire

$$I = 1 + \frac{1}{S} \iint \cos 2\pi \frac{\Delta_0 + \alpha x}{\lambda}\, dx\, dy.$$

» Une transformation facile permet de mettre cette expression sous la forme

$$(2)\qquad I = 1 + V\cos\left(2\pi\frac{\Delta_0}{\lambda} + \varphi\right),$$

et, si l'on pose

$$(3)\qquad F = \iint \sin 2\pi\frac{\alpha x}{\lambda}\,dx\,dy, \qquad G = \iint \cos 2\pi\frac{\alpha x}{\lambda}\,dx\,dy,$$

on aura

$$(4)\qquad V = \frac{\sqrt{F^2 + G^2}}{S} \qquad \operatorname{tang}\varphi = \frac{F}{G}.$$

» Les franges brillantes auront pour équation

$$\Delta_0 = \left(K - \frac{\varphi}{2\pi}\right)\lambda.$$

» Si le point O éclairait seul, leur équation serait

$$\Delta_0 = K\lambda.$$

» La différence consiste en un déplacement d'une fraction de frange $\frac{\varphi}{2\pi}$, fraction qui dépend de la forme des ouvertures.

» L'intensité lumineuse varie seulement entre $1 + V$ et $1 - V$. Les franges seront d'autant plus nettes que V sera plus voisin de l'unité. Elles seront parfaites si $V = 1$ et absentes si $V = 0$ [1]. J'appellerai V le coefficient de visibilité des franges au point O'.

» *Analogie avec les formules de diffraction des ondes planes.* — Les intégrales F et G qui résolvent le problème que nous nous sommes posé sont de même forme que celles que l'on rencontre dans la théorie de la diffraction des ondes planes. Imaginons qu'une onde plane d'amplitude I tombe normalement sur l'écran P. Dans une direction faisant avec Oz un angle D, le plan de diffraction contenant Ox, on aura une vibration

$$\xi = A\sin\left(2\pi\frac{t}{T} + \psi\right).$$

Si l'on fait $\sin D = \alpha$, les valeurs de V et φ se déduisent très simplement

---

[1] La valeur de V calculée par l'expression (4) ne peut dépasser l'unité.

de A et ψ, car on a

$$V = \frac{A}{S}, \qquad \varphi = \psi.$$

» On voit que si le problème de diffraction est résolu pour un certain écran, celui que nous venons de traiter le sera aussi, bien que les phénomènes n'aient au fond rien de commun.

» On peut déduire de cette analogie dans les formules l'existence générale de phénomènes périodiques dans la visibilité des franges.

» Si le plan P′ se déplace parallèlement à lui-même, α variera, et V passera par une série de maxima et minima. Si donc on pointe successivement la lunette d'observation à différentes distances, on verra les franges alternativement nettes et troubles. Elles pourront même disparaître complètement si les ouvertures du plan P ont une forme convenable.

» Si l'on fait varier d'une façon continue la forme des ouvertures, on verra les franges se troubler et reparaître périodiquement; dans certains cas, elles pourront disparaître complètement entre deux apparitions. C'est en particulier ce qui arrive dans le cas d'une fente éclairante que l'on élargit progressivement.

» Je me propose d'examiner dans une prochaine Communication les cas les plus intéressants de visibilité périodique [1]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches de thermo-électricité.* Note de MM. **Chassagny** et **Abraham**, présentée par M. Mascart.

« Au cours de l'étude que nous poursuivons sur les éléments thermoélectriques, la comparaison de plusieurs couples formés de métaux différents nous a donné un précieux contrôle de l'exactitude de nos mesures.

» Ce contrôle consiste en ce que les nombres obtenus vérifient très exactement la loi des métaux intermédiaires.

» Pour des températures déterminées des soudures, on a, entre les forces électromotrices des couples formés par trois métaux A, B, C, la relation

$$E(AC) = E(AB) + E(BC).$$

» Les expériences sont disposées comme nous l'avons indiqué dans une

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Marseille.

précédente Communication (¹). Pour assurer la même température aux soudures chaudes, les fils des métaux étudiés sont soudés à l'une de leurs extrémités dans une même masse de cuivre rouge. Les autres extrémités, soudées à des fils de cuivre, sont maintenues dans des enceintes à glace isolées par des cales de paraffine.

» Les expériences ont porté sur des couples formés des métaux suivants :

Fer, platine rhodié à 10 p. 100. Cuivre, platine pur.

» Voici les résultats d'une expérience où la soudure multiple était placée dans la vapeur d'eau bouillante :

Couples.	Forces électromotrices observées.
	volt
Fer-platine rhodié	0,0008945
Platine rhodié-cuivre	0,0001980
Platine rhodié-platine	0,0007897

» De ces nombres on déduit, pour les forces électromotrices des couples fer-cuivre, fer-platine, cuivre-platine, les valeurs suivantes, en regard desquelles nous avons placé celles qui ont été observées directement :

Couples.	Forces électromotrices calculées.	Forces électromotrices observées.
	volt	volt
Fer-cuivre	0,0010925	0,0010926
Fer-platine	0,0016842	0,0016842
Cuivre-platine	0,0005917	0,0005917

» Ces contrôles, qui étaient nécessaires pour la suite de nos recherches, donnent en même temps le degré de précision des mesures (²). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Électrolyse par fusion ignée du fluorure d'aluminium.* Note de M. **Adolphe Minet.**

« Dans les deux Notes (³) que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai montré que j'avais produit l'aluminium en électrolysant son fluorure à l'état fondu.

(¹) *Recherches de thermo-électricité* (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 477; 1890).
(²) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.
(³) *Comptes rendus*, 17 février et 9 juin 1889.

» De nouvelles recherches m'ont permis de fixer la composition du bain électrolytique qui, pour des valeurs données de la *température* et de la *densité* du courant aux électrodes, correspond au meilleur rendement du système expérimenté; j'ai pu également déterminer les propriétés physiques du mélange des sels en fusion, et établir l'expression qui lie les constantes du courant à celles de l'électrolyte, à diverses périodes.

» *Composition du bain, ses propriétés, sa régénération.* — Le bain est formé d'un mélange de chlorure de sodium et de fluorure double d'aluminium et de sodium, répondant à la formule chimique, exprimée en équivalents : $6NaCl + Az^2Fl^3, 3NaFl$. Point de fusion : 675°. Point d'émission de vapeurs : 1035°. Densité à 820° : 1,76. Coefficient de dilatation à l'état fondu : 5×10^{-4}. Conductibilité électrique à 870° : 3,1. La conductibilité électrique, en fonction de la température, se calcule par la relation

$$C_t = 3,1[1 + 0,0022(t - 870^\circ)].$$

» Pour un courant d'une intensité de 1200 ampères, la masse du bain est représentée par un poids de 20^{kg}. Dans ce cas, la densité du courant (intensité par centimètre carré de surface agissante) au pôle positif est de 1 ampère, la différence de potentiel est de $5^{volts},5$ aux électrodes.

» La composition du bain est maintenue constante, au fur et à mesure de la décomposition du fluorure d'aluminium, au moyen du mélange suivant :

Alumine hydratée, en partie desséchée.......	$6[AL^2O^3, 2HO] = 416,4$
Fluorure double d'aluminium et de sodium...	$AL^2Fl^3, 3NaFl = 210,4$
Oxyfluorure d'aluminium..................	$AL^2Fl^3, 3Al^2O^3 = 238,4$

» Ce mode d'alimentation permet de régénérer les deux tiers du fluor qui se dégage au pôle positif.

» Le niveau du bain reste à la même hauteur, par l'introduction d'un mélange de chlorure de sodium et de fluorure double d'aluminium et de sodium, aux proportions données plus haut.

» *Relation entre les constantes du courant et celles de l'électrolyte.* — Ce problème se divise en deux parties. Soient ε la différence de potentiel aux électrodes; e la force électromotrice de décomposition; ρ la résistance de l'électrolyte, celle des électrodes étant négligeable; I l'intensité du courant; δ la densité du courant maximum aux électrodes, pour chacune des périodes étudiées.

» A. *Les sels qui composent le bain, sont chimiquement purs.*

» α. *Première période*, comprise entre la densité du courant aux électrodes égale à zéro, et celle pour laquelle la force électromotrice de polarisation a la même valeur que la force électromotrice de décomposition de l'électrolyte considéré.

» Pour les points les plus bas, la différence de potentiel peut s'exprimer par la relation $\varepsilon = KI$, la température restant constante. Vers la densité limite, la valeur de la différence de potentiel ne peut se calculer par une expression simple; j'ai pu toutefois déterminer, dans certains cas, la forme de cette expression.

» Pour une température de 870°, le maximum de la densité du courant aux électrodes, correspondant à la première période de l'électrolyse du bain étudié par nous, oscille entre $0^{amp},02$ et $0^{amp},03$.

» β. *Deuxième période.* — A partir du moment où la force électromotrice de polarisation est égale à la force électromotrice de décomposition de l'électrolyte considéré, jusqu'à une densité de courant au pôle positif qui, pour notre bain au fluorure, atteint une valeur de 1 ampère, la différence de potentiel s'exprime par la relation $\varepsilon = e + \rho I$.

Voici les chiffres mêmes de l'expérience :

Température 852°. $e = 2,15$, $\rho = 0,01$.			Température 890°. $e = 2,40$, $\rho = 0,0044$.			Température 980°. $e = 0,34$, $\rho = 0,0033$.		
	ε			ε			ε	
I.	mesurée.	calculée.	I.	mesurée.	calculée.	I.	mesurée.	calculée.
amp	volts	volts	amp	volts	volts	amp	volts	volts
130	3,50	3,45	196	3,26	3,26	572	4,23	4,23
150	3,70	3,65	403	4,12	4,17	650	4,48	4,48
175	3,95	3,90	585	5,05	4,97	910	5,30	5,54
215	4,30	4,30	885	6,18	6,29	1030	5,78	5,74
245	4,60	4,60						

» La densité du courant au pôle négatif n'est limitée que par l'échauffement dangereux dû au passage du courant.

» γ. *Troisième période.* — Pour des densités de courant supérieures à 1 ampère, la valeur de la différence de potentiel ne peut plus se calculer en fonction de l'intensité par une expression simple. Elle atteint rapidement une quantité voisine de celle d'un arc électrique; soit, 30 à 40 volts.

» B. *L'électrolyte est mélangé avec des proportions de sels étrangers :* sels de fer et de silicium, pour le cas qui nous occupe. Lorsqu'on maintient, dans

certaines limites, la densité du courant au pôle positif, ces sels se décomposent suivant la loi de Sprague. Voici les nombres obtenus sur un bain où les sels de fer et de silicium ont été successivement éliminés :

Température 810° (sels de fer). $e = 0,75$, $\rho = 0,0093$.			Température 840° (sels de silicium). $e = 1,37$, $\rho = 0,0089$.			Température 870° (sels d'aluminium). $e = 2,15$, $\rho = 0,0085$.		
	ε			ε			ε	
I.	mesurée.	calculée.	I.	mesurée.	calculée.	I.	mesurée.	calculée.
amp	volts	volts	amp	volts	volts	amp	volts	volts
75	1,45	1,45	65	1,95	1,95	100	3,00	3,75
147,5	2,20	2,11	137,5	2,65	2,61	130	3,28	3,00
225	2,85	2,85	217,5	3,35	3,31	187,5	3,75	3,25

» Il est à remarquer que, dans ces dernières expériences, la résistance ρ de l'électrolyte est restée constante, la composition du bain au fluorure d'aluminium étant celle que nous avons indiquée en commençant; les sels de fer et de silicium, qui le souillaient, s'y trouvaient en très petite quantité.

» Nous aurions encore quelques observations à faire relativement à une méthode d'analyse du bain, aux appareils de mesure de la température et du courant électrique, aux phénomènes que l'on observe lorsque, après le passage du courant, l'électrolyte réagit comme pile secondaire. Ces observations feront l'objet de Notes prochaines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les amylamines*. Note de M. **A. Berg**, présentée par M. Friedel.

« Le travail publié récemment par M. Malbot [1], sur la préparation de la monoisobutylamine, m'oblige à faire connaître quelques faits nouveaux que j'ai observés dans la préparation des ammoniaques composées et que je ne comptais publier que plus tard, cette préparation ne constituant pas la partie principale du travail que je poursuis.

» Ayant eu besoin des mono- et diamylamines pour la préparation de leurs dérivés chlorés que j'ai fait connaître antérieurement [2], j'ai été

[1] *Comptes rendus*, t. CXI, p. 528; 1890.
[2] *Ibid.*, t. CX, p. 862; 1890.

conduit à modifier les conditions de leur production, dans l'espoir d'obtenir de préférence les bases primaires et secondaires. Je suis arrivé à des résultats satisfaisants.

» M. Malbot, en faisant agir l'ammoniaque aqueuse concentrée sur le chlorure d'amyle en proportion équimoléculaire, a obtenu surtout la triamylamine ([1]). En ajoutant de l'alcool au mélange, j'ai obtenu des résultats tout autres.

» J'ai fait agir sur une molécule de chlorure d'amyle une molécule d'ammoniaque en solution aqueuse saturée en additionnant le mélange d'assez d'alcool à 92° pour dissoudre le tout (environ le double du poids du chlorure). Après huit ou neuf heures de chauffe à 110°-120°, on met fin à l'opération. Les matras contiennent un dépôt de sel ammoniac mêlé d'un peu de chlorhydrate de diamylamine. Le liquide séparé est saturé par l'acide chlorhydrique et distillé pour séparer l'alcool et l'éther qui n'a pas réagi (on en retrouve environ un septième).

» Le liquide restant se prend par refroidissement en une masse de paillettes ressemblant à des écailles de poisson. C'est le chlorhydrate de diamylamine, que l'on peut séparer presque totalement par concentrations successives. En le faisant recristalliser une ou deux fois dans l'eau bouillante, en présence d'un peu de noir, on l'obtient absolument pur en magnifiques paillettes à éclat micacé.

» Lorsque les eaux mères d'où s'est séparé ce sel ne cristallisent plus nettement, on les évapore à sec et on met les bases en liberté par la soude ou la potasse. La couche surnageante, séchée et rectifiée, fournit surtout de la monoamylamine presque pure, et il reste en petite quantité un mélange de di- et de triamylamine.

» Les proportions des bases ainsi obtenues sont sensiblement : monoamylamine 6 parties, diamylamine 9 parties, triamylamine $\frac{1}{2}$ à 1 partie. La base quaternaire manque totalement.

» J'ai observé que l'on peut, sans changer sensiblement les proportions des bases, n'employer que la moitié de la quantité d'alcool indiquée plus haut. Il reste alors une certaine quantité de chlorure d'amyle non dissous, mais dont la solution s'opère à mesure que la réaction se fait.

» L'ammoniaque alcoolique fournit des résultats semblables, mais avec prédominance de la base secondaire.

» Pour obtenir la monoamylamine tout à fait pure, j'ai appliqué la méthode donnée par MM. Duvillier et Buisine pour les méthylamines et les éthylamines, méthode qui leur a permis de séparer les diverses bases de la triméthylamine commerciale.

» La solution aqueuse étendue d'amylamine est additionnée peu à peu d'une quantité convenable d'oxalate d'éthyle, en évitant l'échauffement.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, p. 503; mars 1888.

Il se forme un abondant précipité de diamyloxamide presque entièrement insoluble dans l'eau. Ce précipité est lavé à l'eau bouillante et essoré.

» Les eaux mères, additionnées des eaux de lavage de l'oxamide et évaporées, ont fourni une cristallisation abondante d'un corps que l'analyse a fait reconnaître pour l'amyloxamate d'amylamine

$$\begin{array}{l} CO\text{-}AzHC^5H^{11} \\ | \\ COOH.AzH^2C^5H^{11}. \end{array}$$

» Ce composé, très soluble à chaud, l'est beaucoup moins à froid, ce qui permet de l'obtenir très pur. Il se prête admirablement à la purification de la base primaire, car il se décompose très aisément par la potasse aqueuse, tandis que la diamyloxamide est plus difficilement attaquée dans ces conditions.

» Traité par le chlorure de calcium, l'amyloxamate d'amylamine donne un précipité pur, soluble à froid, d'amyloxamate de chaux. Ce sel repris par l'eau chaude s'obtient en petites lamelles brillantes hydratées, bien cristallisées.

» J'ignore encore si la production d'amyloxamate d'amylamine est due à l'action directe de l'éther oxalique sur la base, ou à celle de l'eau bouillante sur la diamyloxamide. C'est ce que je compte élucider par de nouvelles expériences.

» J'ajouterai qu'ayant traité de la même façon le chlorure d'isobutyle, j'ai obtenu surtout la base primaire. Il s'en forme une quantité double des autres bases dans lesquelles la triisobutylamine n'entre que dans de faibles proportions [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Les artères et les veines des nerfs*. Note de MM. **Quénu** et **Lejars**, présentée par M. Verneuil.

« La description anatomique des artères et des veines des nerfs, négligée jusqu'ici, nous paraît présenter quelque intérêt à une époque où le rôle pathologique des névrites semble acquérir de plus en plus d'importance.

---

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Marseille.

Nous avons pu entreprendre cette étude grâce à un procédé d'injection imaginé par l'un de nous, et reconnaître dans l'appareil circulatoire des troncs nerveux une série de dispositions constantes.

» Nous nous bornons aujourd'hui à exposer la distribution des vaisseaux sanguins dans la portion cervicale des nerfs *pneumogastrique et grand sympathique* et dans les *nerfs récurrents*.

» Le *récurrent* reçoit tous ses rameaux artériels de la thyroïdienne inférieure : c'est encore cette artère qui fournit seule au pneumogastrique et au sympathique, dans leur moitié inférieure; plus haut, les autres vaisseaux nerveux, très abondants surtout au niveau du ganglion cervical supérieur et du plexus gangliforme du pneumogastrique, émanent de la thyroïdienne supérieure. Ainsi, dans leur portion cervicale, *les trois nerfs sont exclusivement irrigués par les artères thyroïdiennes*.

» Il y a là une explication toute naturelle des aphonies passagères, des troubles respiratoires et vaso-moteurs, passagers aussi, qu'on a notés à la suite de thyroïdectomies, sans lésions mécaniques des nerfs, à la suite de ligatures de la carotide primitive ou des artères thyroïdiennes; peut-être même cette communauté circulatoire doit-elle intervenir dans la pathogénie de certaines formes de goître exophtalmique.

» Les branches artérielles abordent le cordon nerveux obliquement ou après avoir décrit un trajet récurrent; elles se bifurquent et rampent à la surface du nerf en longues arcades anastomotiques, avant de plonger dans son épaisseur.

» Les *veines des nerfs* sont encore plus richement développées que les artères, et cette abondante vascularisation, qui prête aux phénomènes congestifs, n'est pas sans importance dans le mécanisme, encore si obscur, des névralgies. Ces veines ne sont pas toujours satellites des artères; elles couvrent d'un très beau plexus les ganglions du sympathique et du pneumogastrique; elles se rendent : 1° *dans le réseau des vasa vasorum* des carotides primitive et interne, créant ainsi des connexions extrêmement intimes entre la paroi artérielle et les troncs nerveux qui l'accompagnent; 2° *dans les veines thyroïdiennes*, et spécialement dans un lacis de veines musculaires, qui revêtent la paroi latérale du pharynx; en dehors, d'autres rameaux rejoignent aussi les veines qui rampent au-devant des vertèbres et dans l'épaisseur des muscles prévertébraux.

» En résumé, les veines de ces troncs nerveux aboutissent à *des veines musculaires;* or, c'est là une disposition générale que nous avons retrouvée également dans les membres. Si l'on admet que la contraction du muscle

strié soit un important facteur (sinon le principal) dans la circulation des petites veines périphériques, on verra, dans le fait anatomique que nous signalons, une disposition très favorable à l'expulsion du sang noir hors des troncs nerveux. La veine du muscle jouerait, pour ainsi dire, le rôle d'un *appareil de chasse* pour le sang veineux du nerf. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les changements de couleur chez la Grenouille commune* (Rana esculenta). Note de M. **Abel Dutartre**, présentée par M. Chauveau.

« D'après les travaux de M. Pouchet, la coloration verte et dorée des Batraciens est produite par des chromoblastes jaunes et des iridocystes bleus dont le mélange donne sur la rétine l'impression du vert.

» Des chromotaphores noirs, contenus dans le derme et dans l'épiderme, peuvent, en s'étendant en réseau, recouvrir plus ou moins les autres chromoblastes et donner ainsi toutes les nuances entre le brun foncé et le vert jaunâtre ou bleu clair.

» Dans cette Note, j'étudierai les principales conditions qui régissent les mouvements de ces chromatophores mélaniques.

» 1° *Action des différents rayons du spectre.* — Dans le plus grand nombre d'expériences, la lumière solaire traversait des écrans liquides colorés, ne laissant passer qu'un seul rayon ou deux rayons voisins. Dans une autre série d'expériences, on a employé un spectre produit par un réseau éclairé au moyen d'un héliostat. Les résultats sont les mêmes.

» La lumière blanche et la lumière jaune provoquent rapidement la contraction (mise en boules) des chromatophores, c'est-à-dire l'éclaircissement complet. Le rouge et le vert produisent le même mouvement, mais un peu moins vite. Le bleu et le violet, de même que l'obscurité, font mettre les chromatophores en réseau, et l'animal devient plus ou moins foncé, même noir.

» La rapidité de ces changements et leur étendue varient suivant la richesse en pigment. Dans ces expériences, les mouvements des chromatophores sont soumis en premier lieu à une action réflexe provoquée par la vision, mais en outre à une action directe de la lumière sur la peau, comme le montre l'expérience :

» De deux Grenouilles de même taille et même coloration, changeant de couleur également vite, l'une est aveuglée, soit par extirpation du cristallin, soit par injec-

tion de nitrate d'argent. Placées successivement dans les différentes lumières, ces deux Grenouilles changent également de couleur, l'aveugle avec un retard variable (une demi-heure en moyenne).

» 2° *Action des fonds*. — La Grenouille peut se mettre rapidement en harmonie avec le fond sur lequel elle se trouve, bien entendu entre les limites du brun foncé au jaune verdâtre.

» Ce phénomène de mimétisme est sous l'action directe des yeux. A la lumière diffuse, une Grenouille aveugle ne change pas de couleur, quel que soit le fond sur lequel on la place.

» 3° *Système nerveux*. — Les mouvements des chromatophores sont régis par le système nerveux sympathique, comme le montrent les expériences suivantes :

» *a*. Sur une Grenouille foncée, on excite le bulbe par un courant assez violent : tétanos et éclaircissement général.

» *b*. On recommence la même expérience après avoir sectionné la moelle au-dessus de l'origine des nerfs lombaires. Bien que le train postérieur ne présente pas de tétanos, il participe à l'éclaircissement général.

» *c*. On coupe les rameaux communiquants du sympathique d'un côté du corps. La Grenouille fatiguée par l'opération est placée dans le bleu ou à l'obscurité jusqu'à ce qu'elle soit presque noire. On excite le bulbe : le côté sain devient jaune; celui dont le sympathique a été coupé reste noir; si un rameau communiquant échappe à la section, on remarque un éclaircissement partiel dans la région correspondante.

» *d*. On coupe le sciatique en respectant l'artère. L'excitation du bout central produit un éclaircissement complet. Ceci n'a plus lieu si l'on a détruit préalablement les filets sympathiques du plexus lombaire.

» Toute excitation violente, section ou piqûre des centres nerveux, toute cause pouvant entraîner la mort ou tout au moins un affaiblissement considérable, provoquent la contraction en boules des cellules pigmentaires, mais toujours par excitation du système nerveux sympathique [1]. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'autotomie chez la Sauterelle et le Lézard.* Note de M. Ch. Contejean, présentée par M. Milne-Edwards.

« M. Frédéricq, de Liège, a établi que l'amputation des pattes, chez le Crabe, est un phénomène réflexe, soustrait à la volonté de l'animal, et qui est toujours provoqué par une excitation portée sur l'un des articles du

(1) Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Besançon.

membre sacrifié. Il a montré aussi que les Lézards suspendus par la queue ne parviennent jamais à la rompre, si l'on évite avec soin tout froissement de cet organe; il en conclut que, chez ces animaux, l'autotomie est encore sous la dépendance d'un acte réflexe, et il fait rentrer dans cette catégorie tous les cas de mutilation en apparence volontaire présentés par les Insectes, les Vers, les Échinodermes, etc. Quelques expériences, que j'ai faites sur la Sauterelle et le Lézard, me permettent d'apporter de nouvelles preuves à l'appui de cette opinion.

» Si l'on attache une Sauterelle par une de ses pattes sauteuses, l'insecte, poursuivi par une baguette de fer rouge, ne parvient jamais à se délivrer en se débarrassant du membre entravé; tandis que ce membre se rompt aussitôt, si la cautérisation porte sur lui. Toute excitation brusque, électrique, chimique, mécanique ou thermique, appliquée sur le fémur d'une des pattes sauteuses, provoque son détachement; le succès de l'expérience est bien moins certain si l'on irrite le tibia. L'excitation électrique est celle qui donne les résultats le plus assurés : la section du fémur reste parfois sans effet; si l'on touche le moignon avec la pince électrique, il tombe aussitôt. L'expérience réussit très bien, non seulement sur un animal décapité, mais sur un métathorax isolé. On est donc bien en présence d'un acte réflexe, ayant pour centre la troisième paire de ganglions thoraciques. L'intégrité de ces deux ganglions est absolument nécessaire, car je n'ai pu obtenir l'amputation des pattes sur des individus dont les ganglions métathoraciques avaient été séparés l'un de l'autre. Cette séparation doit être faite avec précaution, un brusque coup de ciseaux déterminant parfois la chute des pattes par excitation directe du centre.

» L'autotomie a lieu au niveau de l'articulation de la hanche et du fémur (dans les pattes sauteuses, le trochanter fait défaut). Cette articulation figure un angle aigu dont le sommet est dirigé vers le sol, et dont un des côtés, très court, est représenté par la hanche, l'autre, très long, par le fémur. Au moment de la rupture, la hanche, dont la position normale est presque verticale, s'incline violemment en arrière et se place horizontalement. Le fémur, retenu par l'instrument qui le tourmente, ou, dans la nature, par l'animal ennemi, ne peut suivre le mouvement de la hanche. La capsule articulaire rompt dans la concavité de l'angle aigu devenu obtus, et quelques mouvements latéraux très vifs de la hanche complètent le détachement. Le moignon garde encore quelque temps sa position horizontale.

» Un point d'appui pour le fémur est absolument indispensable. En effet, si l'on saisit avec une pince l'animal par le pronotum, et qu'on dirige sur la cuisse le dard d'un chalumeau, on peut brûler complètement le membre sans en déterminer la chute, l'angle du fémur et de la hanche ayant toujours la même ouverture. On peut aussi, avec un chalumeau, brûler la queue d'un Lézard sans la faire tomber, si cet organe est laissé libre de tout mouvement. Chez le Crabe, d'après M. Frédéricq, la patte qui rompt trouve le point d'appui nécessaire sur la carapace.

» Pour arracher une patte sauteuse à une Sauterelle d'un poids inférieur à 3^{gr}, j'ai dû exercer un effort de 187^{gr}. La séparation a eu lieu entre la hanche et le thorax. M. Frédéricq a obtenu aussi des chiffres considérables en expérimentant sur le Crabe et sur l'Orvet.

» On ne peut provoquer l'autotomie sur des Sauterelles et des Lézards affaiblis par un jeûne prolongé. J'ai constaté aussi que des Lézards refroidis artificiellement ne peuvent plus rompre leur queue. En général, les expériences réussissent d'autant plus facilement et sont d'autant plus brèves que l'animal est plus actif.

» Chez le Lézard, comme chez la Sauterelle, l'excitation électrique est celle qui donne le plus de succès. On opère en soulevant avec précaution un Lézard par la queue, dont on sectionne l'extrémité. Si la rupture ne s'est pas produite, on applique la pince électrique sur la plaie. La queue se brise alors en dessous du point retenu par l'opérateur.

» Des Lézards attachés par la queue et excités avec un fer rouge ne rompent le membre qui les retient captifs que lorsqu'on le touche avec la baguette rougie.

» On provoque plus facilement l'autotomie sur un Lézard décapité que sur un animal intact, l'action modératrice des réflexes exercée par l'encéphale étant supprimée. Un animal, coupé en deux immédiatement en avant des pattes postérieures, peut encore rompre sa queue. L'expérience ne réussit plus si la section est faite immédiatement derrière ces membres, même si l'on remplace par un poids la résistance passive du corps absent. Le centre du réflexe se trouve donc entre les pattes postérieures.

» Le détachement de la queue se fait par le mécanisme suivant :

» L'organe excité se ploie latéralement en figurant un S couché ∽, autant que le permet la résistance du poids de l'animal. Ce mouvement extrêmement brusque détermine un commencement de rupture vers le côté convexe d'une des deux courbures, le plus souvent de celle voisine de l'extrémité caudale. Des tremblements convulsifs achèvent de mettre l'animal en liberté. La rupture a lieu, comme on sait, au milieu d'une vertèbre, point restant cartilagineux chez les individus adultes.

» Si l'on fait une série de coupes sur un fragment de queue décalcifié par l'acide picrique, on voit que les vertèbres renflées aux deux extrémités sont considérablement amincies en leur milieu. Une gaine épaisse de tissu conjonctif muqueux les entoure. Cette gaine est enveloppée elle-même par huit faisceaux musculaires alternant avec les vertèbres. Enfin, deux rangées d'écailles recouvrent chaque myomère. Les quatre muscles latéraux envoient de grêles filets au disque mince de fibro-cartilage situé au milieu de chaque vertèbre. Les deux muscles supérieurs ont aussi des insertions sans importance avec les apophyses épineuses, et les deux muscles inférieurs avec les os en V. Mais la partie principale de chacun de ces faisceaux musculaires n'a aucune insertion osseuse. Deux plans aponévrotiques accolés, en continuité avec les enveloppes des muscles, divisent le tissu muqueux en tronçons correspondants aux myomères. Ils se séparent sur le disque de fibro-cartilage formant une collerette au milieu de la vertèbre et là se réfléchissent sur les deux portions de l'os. Les fibres du cartilage sont,

comme ces cloisons aponévrotiques, dirigées perpendiculairement à l'axe de la vertèbre. En somme, les zones de moindre résistance présentées par la queue sont précisément indiquées par ces cloisons accolées; elles se séparent avec les myomères lorsque l'animal replie brusquement le membre irrité, et la vertèbre rompt derrière le fibro-cartilage. Les muscles se rétractant, de part et d'autre, empêchent le sang de s'écouler [1]. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La pourriture du cœur de la Betterave.* Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai pu suivre cette année, près de Mondoubleau (Loir-et-Cher), les phases d'une maladie de la Betterave qui a fait chez moi de grands ravages. Je la crois identique à celle qui a été étudiée et décrite en Allemagne sous le nom de *pourriture* du cœur de la Betterave, parce que le caractère le plus saillant de la maladie, celui qui seul a attiré l'attention des observateurs, consiste en ce que les jeunes feuilles du cœur meurent, se dessèchent et deviennent noires. Le mal a été attribué à l'infection de la Betterave par un Champignon nommé par Fuckel *Sporidesmium putrefaciens*.

» C'est à la fin d'août et au commencement de septembre que j'ai vu apparaître la maladie dans un champ de Betteraves qui promettait une belle récolte. Avant que la mort et le noircissement des feuilles du cœur se produisissent, la maladie se manifesta par un autre caractère très général et très constant qui n'avait pas encore été signalé. Les grandes feuilles bien développées, au lieu de demeurer un peu dressées, s'abaissaient vers la terre, à peu près comme si elles avaient été fanées, mais ne se relevaient pas pendant la nuit; elles devenaient jaunes, souvent sur une moitié seulement de leur étendue, et finissaient par se dessécher plus ou moins complètement. J'ai pu constater, sur des milliers de plantes, que cet abaissement des feuilles, accompagné d'un dessèchement partiel ou complet du limbe, est la conséquence d'une altération spéciale du long et robuste pétiole de la feuille qui présente, sur une grande partie de sa longueur, souvent même sur toute son étendue, une vaste tache blanchâtre entourée d'une auréole brune. Elle correspond à une désorganisation plus ou moins profonde de la partie supérieure du tissu sous-jacent; sa couleur d'un blanc fauve est causée par l'air qui pénètre tout le parenchyme desséché et

[1] Je termine en adressant tous mes remerciements à mon ancien maître, M. le professeur Charbonnel-Salle, qui m'a guidé de ses conseils.

bruni que recouvre l'épiderme. L'abaissement de la feuille vers le sol est dû à l'inégalité de tension des tissus de la face inférieure du pétiole qui sont demeurés sains et de ceux de la face supérieure qui sont désorganisés. D'ordinaire le mal pénètre profondément et atteint les faisceaux fibro-vasculaires dont la couleur brune signale l'altération qui s'étend au delà de la tache. Non seulement la partie du limbe correspondant aux faisceaux envahis par le mal dans le pétiole jaunit et se dessèche, mais la désorganisation gagne en suivant les faisceaux jusqu'au cœur même de la Betterave et, envahissant les tissus jeunes du collet qui entourent le bourgeon terminal, entraîne la mort de toutes les feuilles naissantes. C'est alors qu'apparaît le noircissement et le desséchement de ces petites feuilles du cœur qui se contournent et se couvrent d'un velouté d'un noir olive que l'on a décrit comme formé par le *Sporidesmium putrefaciens* de Fuckel.

» Les grandes taches blanchâtres des pétioles sont dues à l'invasion d'un Champignon parasite, dont j'ai trouvé le mycélium aussi bien dans le tissu mortifié et brun, jusqu'au cœur de la Betterave, que dans les cellules de l'épiderme des taches. Ce parasite fructifie en abondance, en produisant des pycnides brunâtres qui se distinguent à l'œil nu comme de petits points noirâtres dont est semée la tache blanche. On doit le rapporter au genre *Phyllosticta*....

» Le velouté noir-olive des petites feuilles du cœur est formé de touffes pressées de filaments noirs qui portent des fructifications de diverses sortes que l'on doit rapporter aux formes *Cladosporium*, *Macrosporium* et *Alternaria*, et qui me paraissent répondre très bien à celles que Tulasne a figurées et décrites comme correspondant au *Pleospora herbarum*. C'est sans doute à ce Champignon polymorphe que l'on a attribué la maladie, en le désignant comme étant le *Sporidesmium putrefaciens* de Fuckel. Cependant, comme la figure publiée par Fuckel ne répond à aucune des formes que j'ai observées sur les petites feuilles noires du cœur de la Betterave, je n'ose pas affirmer qu'il s'agit bien de la même plante. La marche de la maladie me fait penser que le Champignon noir qui couvre les petites feuilles du cœur n'est pas, comme on l'a supposé, un parasite spécial, attaquant les organes encore vivants, mais bien cette espèce à formes si diverses, qui se développe partout en plein air sur les parties mortes des plantes, et je regarde comme cause véritable de la dangereuse maladie de la pourriture du cœur de la Betterave le *Phyllosticta* des taches des pétioles, que je propose de nommer *Phyllosticta tabifica*.

» Vers le 15 septembre, le mal avait atteint à peu près son apogée ; à

partir de ce moment, il se développa autour du cœur mort, à l'aisselle des feuilles inférieures insérées sur une partie demeurée saine du collet, des bouquets de petites feuilles qui sont restées très vertes et ont fourni à la plante un nouveau feuillage, grâce auquel elle a pu végéter encore jusqu'à l'époque normale de l'arrachage; mais souvent ces pousses étaient peu nombreuses, restaient faibles, et n'ont permis à la Betterave que de continuer une vie languissante. Sur un certain nombre de pieds il ne s'en est pas produit, et la vie de la plante s'éteignait vers la fin de septembre ou le commencement d'octobre. J'ai relevé, sur une rangée prise au hasard dans le champ, le nombre de pieds sains, de pieds atteints au cœur par la maladie, mais végétant encore au milieu d'octobre, et de pieds morts. J'en ai trouvé 177 sains, 332 atteints au cœur et 32 morts. La quantité des pieds atteints au cœur ou morts est donc plus que double de celle des pieds sains.

» On voit quelle perte énorme a causé la maladie de la pourriture du cœur dans le cas particulier que j'ai étudié. La connaissant mieux, on pourra, j'espère, en arrêter à l'avenir le développement. Puisque c'est sur les pétioles des feuilles que se forment les premiers foyers du mal, on devra, dès que l'on verra les feuilles de Betterave s'abaisser d'une façon insolite, couper toutes celles qui présenteront de grandes taches blanchâtres à la surface de leur pétiole. On évitera ainsi, je pense, si l'opération est faite à temps, que le mal ne gagne le corps même de la Betterave et l'on empêchera la pourriture du cœur de se produire. »

SISMOLOGIE. — *Mouvements sismiques du Chili; tremblements de terre du 23 mai 1890*. Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. A. Fouqué.

« Parmi les dix-huit à vingt tremblements de terre de moyenne intensité ressentis au Chili dans l'année 1889-1890, il y a lieu de signaler quelques particularités relatives au plus intense d'entre eux, à celui du 23 mai 1890, que j'ai observé à Santiago et suivi dans ses phases successives; par son intensité, il peut être rangé dans la classe VIII de l'échelle Forel-Rossi.

» La première secousse se fit sentir à $12^h 10^m$ de la nuit, du 23 au 24 (heure de Santiago); elle fut précédée d'un bruit souterrain très intense, profond, prolongé; on peut le comparer à un vent très violent soufflant sans intermittence, plutôt qu'au bruit d'une voiture fortement chargée courant sur un chemin pavé. Les vitres, les portes, les fenêtres, tout était ébranlé et criait; les dormeurs étaient brusquement éveillés. A Santiago, dans l'espace d'une demi-heure, il se produisit cinq secousses;

la première, la plus forte, dura environ trente-huit secondes; la deuxième vingt et une secondes; la troisième seize secondes; la quatrième douze secondes, et la cinquième sept secondes.

» Le phénomène sismique avait une direction générale est-ouest, ou de la grande Cordillère à la mer, embrassant une zone passant par les départements des Andes, San Felipe, Valparaiso, etc., au nord; Curico, Talca, etc., au sud, décrivant une ellipse dont un des foyers devait passer par Quillota. Cette courbe, allongée considérablement du nord au sud, rencontrait à l'est la grande Cordillère et à l'ouest la mer. La première secousse se fit sentir presque en même temps aux divers points de la zone ébranlée.

» A la localité nommée les Andes, au pied de la grande Cordillère, le mouvement sismique se produisit à $12^h 10^m$ et dura trente-huit secondes, avec bruits souterrains, bruissement des portes et des fenêtres ébranlées; le mouvement semblait venir de l'est ou de la Cordillère, et se propageait vers la côte ou à l'ouest. Malgré la brusquerie et la violence de la première secousse, il n'y eut ni objets renversés, ni maisons lézardées. A San Felipe, dans la même province d'Aconcagua, le mouvement séismique se manifesta avec les mêmes caractères et la même intensité. Mais ce fut à Quillota, entre Valparaiso et Santiago, dans la Cordillère maritime, que le mouvement fut le plus intense : c'est là que devait se trouver l'épicentre. La première secousse, la plus forte, se produisit à $12^h 9^m$; l'oscillation semblait suivre une déviation nord-sud. Quelques dormeurs furent projetés hors de leur lit; les bruits souterrains précurseurs de la secousse furent très intenses ; les habitants, épouvantés, cherchaient la sécurité dans les rues. Une deuxième secousse se fit sentir à $12^h 15^m$; vingt minutes plus tard, à $12^h 44^m$, répétition des mêmes phénomènes sismiques; les bruits souterrains, sourds et prolongés, se continuèrent pendant une partie de la nuit; des secousses, dont l'intensité diminue progressivement, se font sentir encore à $1^h 3^m$ du matin, $1^h 11^m 30^s$, $1^h 32^m$, $2^h 5^m$ et $7^h 30^m$.

» Les intervalles entre les secousses consécutives ont été, de la première secousse à la deuxième de six minutes, de la deuxième à la troisième de vingt-neuf minutes, de la troisième à la quatrième de dix-neuf minutes, de la quatrième à la cinquième de huit minutes trente secondes, de la sixième à la septième de trente-trois secondes, et enfin de la septième à la huitième de quatre heures quarante-cinq minutes trente secondes.

» A Curico, à Tolca, à San Fernando, à Linarès, villes situées au sud de Quillota et de Santiago, les secousses ont été moins intenses que dans les départements de San Felipe, Andes, Quillota, etc.

» A Quillota, que nous considérons comme un centre d'ébranlement, les bouteilles, les verres, les pots à fleurs étaient renversés, les tableaux appendus aux murs tombaient, les murs des édifices lézardés et quelques-uns renversés.

» Les tremblements de terre du Chili affectent deux directions générales, normales entre elles, en relation d'ailleurs avec la structure orographique du pays et les systèmes de failles : les uns prennent la direction nord-sud, parallèlement à la Cordillère et suivant les cassures strati-

graphiques qui ont formé la grande dépression ou vallée longitudinale comprise entre les deux chaînes; les autres prennent la direction est-ouest, ou normalement à la Cordillère, en relation avec un autre système de cassures, et dont l'extension est limitée d'un côté par le Pacifique, de l'autre par la grande Cordillère; quelques-uns enfin croisent angulairement les deux principales directions et paraissent dus à des ondes terrestres réfractées ou réfléchies.

» M. Obrecht, ancien élève de l'École Polytechnique, directeur de l'Observatoire astronomique de Santiago, a bien voulu me communiquer les observations de la Section météorologique relatives aux mouvements du sol et aux bruits souterrains. Voici, en résumé, ces observations, qui intéressent principalement la Météorologie endogène et la Physique du globe.

			h m s	
1889.	Juin	10.	0.42.30.	Tremblement, mouvement du sol; deux secousses à douze minutes d'intervalle, sans bruits.
	Juin	19.	18. 0. 0.	Mouvement fort et prolongé.
	Juill.	2.	21.13.15.	Mouvement léger.
	Juill.	11.	20.58.35.	Mouvement sans bruit, deux secousses à intervalle de dix secondes.
	Juill.	25.	0.31.40.	Mouvement léger (tremblement léger).
	Juill.	25.	16.50. 0.	Fort mouvement, direction sud-ouest à nord-est.
	Sept.	12.	14.30. 0.	Secousse de six secondes, direction est à ouest.
	Sept.	12.	23.53.10.	Mouvement prolongé.
	Oct.	1.	5.14.28.	Mouvement léger.
	Oct.	11.	12.15.30.	Fort mouvement du sol.
	Oct.	24.	»	Mouvement dans la nuit.
1890.	Févr.	1.	7.50.19.	Mouvement, durée trente secondes.
	Mars	15.	2.39.14.	Tremblement fort, précédé et suivi de bruits souterrains, durée dix-sept secondes, direction nord à sud.
	Avril	7.	11.19.59.	Deux secousses à intervalle de cinq secondes, précédées de bruits souterrains, durée trente secondes, direction sud à nord.
	Avril	27.	9. 3. 0.	Mouvement, direction est à ouest.
	Mai	23.	12.10. 0.	Tremblement fort et prolongé, bruits souterrains, direction est à ouest.
	Juin	14.	3.55.50.	Deux secousses sans bruit.
	Août.	9.	7.35. 0.	Mouvement, durée dix secondes.

» Sur ces 18 tremblements bien constatés, 5 ont eu lieu au printemps de l'hémisphère austral, 1 en été, 4 en automne, 8 en hiver. Sur les 6 dont la direction du mouvement a été déterminée exactement, 3 ont une direc-

tion est-ouest, 1 une direction sud-ouest à nord-est, 1 une direction nord à sud, et enfin 1 une direction sud à nord. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Expériences sur la sédimentation*; par M. J. THOULET.

« J'ai exécuté ces expériences en mélangeant à l'eau du kaolin parfaitement purifié. Le liquide laiteux est abandonné au repos dans des tubes de verre portant une graduation et placés verticalement dans une étuve de d'Arsonval. J'ai fait varier successivement et isolément la température et la quantité de matière solide en suspension ; j'ai ajouté, à l'eau distillée, de l'acide chlorhydrique ou bien de l'eau de mer en proportions diverses. J'ai opéré dans le vide ou sous pression et, dans chaque cas, noté à des intervalles de temps connus la position de la nappe ou des nappes horizontales formées par le sédiment en suspension. Les résultats obtenus sont figurés par des courbes.

» Comme application, j'ai mesuré la vitesse de chute, à travers l'eau de mer, de globigérines dont S. A. S. le Prince Albert de Monaco a bien voulu me remettre un échantillon recueilli par lui au large des Açores.

» Les conclusions sont les suivantes :

» Les particules immergées dans un liquide tombent avec une vitesse sensiblement uniforme, d'autant plus grande que la différence de densité est plus considérable entre le solide et le liquide, diminuant lorsque la température diminue et réciproquement, sauf dans le cas de l'eau douce qui présente une exception due à son maximum de densité au dessus du point de congélation, et sur laquelle, au moins jusqu'à une douzaine d'atmosphères, la pression paraît être sans influence.

» On sait que les corps solides en dissolution sont attirés et se fixent en partie à la surface des particules immergées, de sorte que, même à doses très faibles, ils activent la vitesse de chute. Dans les mêmes circonstances, l'air en dissolution se comporte comme le ferait un sel soluble; sa présence, démontrée directement, à l'état de gaine adhérente à la surface des particules, explique diverses particularités de la chute des sédiments. Elle rend compte de l'aération et, par suite, de l'habitabilité des eaux abyssales de l'Océan.

» La précipitation des argiles s'opère dans de l'eau douce additionnée de 10 pour 100 d'eau de mer ($d = 1,002$ environ), absolument comme

dans l'eau de mer pure. Cette observation permet de déterminer par une mesure aréométrique la véritable limite entre l'Océan et les continents à l'embouchure des fleuves.

» Le temps nécessaire pour que les matériaux solides, et en particulier les globigérines, traversent les eaux océaniques et parviennent sur le sol sous-marin pour s'y accumuler et y constituer les dépôts, est relativement court. Comme d'ailleurs le pouvoir dissolvant de l'eau de mer est faible, il en résulte que la perte de poids subie par ces matériaux pendant leur descente est peu importante.

» Le phénomène des nappes, ou strates multiples et superposées, formées par des poussières très fines tombant à travers un liquide, peut être expliqué de la façon suivante :

» Chaque grain de sédiment, en tombant de haut en bas avec une vitesse qui est surtout fonction de la différence de densité existant entre lui et le liquide et qui dépend, par conséquent, de la température ainsi que de diverses autres conditions moins importantes, donne lieu, par le fait même de sa chute, à un contre-courant en sens inverse, c'est-à-dire dirigé de bas en haut.

» En un point quelconque du tube, la vitesse de chute effective des grains situés dans une tranche horizontale du liquide est d'autant moindre que ces grains ont à lutter contre un contre-courant plus fort, c'est-à-dire que la tranche est située plus haut, car le contre-courant est proportionnel au nombre des grains qui se produisent, et plus la tranche sera élevée, plus il y aura de grains au-dessous d'elle. La vitesse de chute va donc en diminuant et, par conséquent, le nombre de grains minéraux par unité de volume du liquide, dans toute la portion trouble de ce liquide, diminue de bas en haut.

» Plus les grains sont nombreux, plus ils donnent lieu à un contre-courant total violent, somme des contre-courants élémentaires de chaque grain. Il arrivera un moment où cette somme sera égale à la vitesse relative de chute d'une certaine tranche, qui s'immobilisera aussitôt, et ainsi se produira la première nappe. Cette nappe ne reprendra son mouvement de descente que lorsque, une certaine quantité de grains s'étant déposée sur le fond, le contre-courant de bas en haut aura diminué d'intensité. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Théorie de la sédimentation*; par M. A. **Badoureau.**

« A l'appui des expériences de M. J. Thoulet, je me suis livré à une étude théorique du phénomène de la sédimentation, dont les résultats peuvent se résumer de la façon suivante.

» 1° Un grain de sable, placé dans l'Océan, fixe sur lui à l'état solide une quantité, variable selon sa nature, de l'eau qui l'entoure et des matières solides et gazeuses qui y sont dissoutes. Il augmente ainsi sa masse et son volume.

» 2° Si l'on néglige le mouvement de l'Océan, un grain de sable placé dans son sein est soumis à un couple dont le moment est négligeable et à une force verticale appliquée à son centre de gravité et sensiblement égale à son poids P, moins le poids P′ du liquide déplacé, et moins KMV^2S dynes. K est un coefficient numérique, dépendant de la forme et de l'orientation du grain; il est égal à 1 si le grain est sphérique, à $2\cos\alpha$ s'il a la forme d'un plan incliné de α sur l'horizon, à $2\sin^2\beta$ s'il a la forme d'un cône à axe vertical dont le demi-angle au sommet soit β, ...; M est la masse exprimée en grammes de 1^{cc} d'eau de mer; V, mesurée en centimètres par seconde, est la vitesse de chute du grain, plus la vitesse ascensionnelle de l'eau dans son voisinage immédiat; S est la surface, exprimée en centimètres carrés, de la projection horizontale du grain.

» 3° Le couple modifie la rotation du grain. La force accélère la chute de son centre de gravité, jusqu'à ce que V ait atteint une valeur qui annule la force. A partir de ce moment, la chute du grain s'opère avec une vitesse uniforme. L'équation $P - P' - KMV^2S = 0$ donne $V = \sqrt{\frac{P-P'}{KMS}}$. *Le carré de cette vitesse est proportionnel au produit d'une dimension linéaire du grain par la différence des masses spécifiques du grain et de l'eau.* Par suite, la vitesse de chute est minimum à la température pour laquelle l'eau et la particule de sable ont le même coefficient de dilatation.

» 4° Le frottement du sable contre l'eau est une résistance qui tend à s'opposer au mouvement du grain, de même que le frottement de l'eau contre les berges est une résistance qui tend à s'opposer au mouvement de l'eau des rivières.

» 5° L'électrisation qui résulte du frottement, et pour l'eau et pour le

grain de sable, tend à maintenir le grain immobile; mais cette action me paraît négligeable, surtout si les grains sont nombreux et si l'électrisation de l'eau est constante dans toute son étendue.

» Parmi les applications de la théorie qui précède, nous nous bornerons à citer le criblage à la cuve, la chute des précipités et la genèse des terrains sédimentaires. La préparation mécanique des minerais, la Chimie et la Géogénie sont donc tributaires de la théorie de la sédimentation. »

M. Ignaz Fauchs adresse une Note, écrite en allemand, sur une nouvelle solution de l'équation générale du troisième degré.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 NOVEMBRE 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** fait connaître à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *de Tchihatchef*, Correspondant de la Section de Géographie et Navigation.

Notice sur les travaux de M. Pierre de Tchihatchef;
par M. **Daubrée**.

« M. Pierre de Tchihatchef a donné, dans la grande activité de sa carrière, un bel exemple de dévouement à la Science. Il a renoncé à son pays, à sa famille et à une belle situation pour entreprendre de pénibles et longs voyages dans l'intérêt des Sciences physiques et naturelles.

» Sa première expédition, qui remonte à l'année 1842, eut pour objectif l'Altaï, l'un des groupes montagneux les plus considérables et les moins

connus de la Sibérie; elle montra tout d'abord ce qu'on pouvait attendre du jeune explorateur.

» Le Mémoire qu'il présenta à l'Académie après son retour fut l'objet d'un Rapport fort étendu de M. Élie de Beaumont qui, après y avoir signalé un grand nombre de faits nouveaux et d'aperçus ingénieux, le jugea digne d'être inséré dans le *Recueil des Savants étrangers*. Les résultats complets parurent bientôt après dans un Volume in-4° avec deux Atlas, publiés à Paris en 1845.

» A peine cette publication était-elle terminée que M. de Tchihatchef tourna ses regards vers d'autres contrées. Il visita d'abord l'Italie méridionale, particulièrement les Calabres, dont il étudia la structure orographique et la constitution géologique.

» Mais c'était surtout vers l'Orient que cet observateur se sentait attiré. Après avoir été attaché à l'ambassade de Russie près la Sublime-Porte, il quitta les fonctions diplomatiques pour devenir voyageur scientifique. De 1848 à 1858 inclusivement, dans six voyages successifs, il traversa l'Asie Mineure en tous sens, depuis la mer de l'Archipel jusqu'au bord de l'Euphrate et au pays des Kurdes. Les $14\,000^{km}$ qu'il y parcourut ont été franchis en grande partie à pied. Ses itinéraires successifs forment un réseau très serré, et la Carte à l'échelle de $\frac{1}{1\,000\,000}$ qu'il en donna est plus exacte et plus complète qu'aucune de celles qui l'ont précédée.

» L'Ouvrage où sont exposés les résultats de ces persévérantes et pénibles investigations, intitulé : *Asie Mineure; description physique, statistique et archéologique de cette contrée*, exigea dix autres années de labeur. Dans les huit volumes dont il se compose, sont exposés un grand nombre de faits nouveaux intéressant la Géographie physique, la Géologie, la Climatologie et la Botanique.

» La Physique terrestre attira toujours son attention. Pour donner un exemple de son zèle dans cette sorte d'étude, je citerai les observations climatologiques qu'il fit ou fit faire dans onze localités, embrassant tout le pays, depuis Constantinople et Trébizonde jusqu'à Ouroumia et Moussoul.

» Toutefois, c'est la Géologie qui occupe la place principale dans cette grande publication, et particulièrement l'étude des roches éruptives, telles que les trachytes, les dolérites et autres roches volcaniques récentes, qui, dans cette partie de l'ancien monde, occupent une très grande étendue par rapport aux dépôts sédimentaires. M. Élie de Beaumont a pu dire, dès l'apparition des premiers volumes de l'Ouvrage, qu'ils assurent à leur auteur le privilège tout nouveau d'avoir fait entrer dans le cadre des con-

tours géologiques connus un pays asiatique soumis aux lois du Coran.

» Tandis que les explorations de ce genre se sont ordinairement produites, soit sous le patronage des gouvernements, soit avec les ressources combinées de corps savants ou de plusieurs hommes spéciaux, M. de Tchihatchef s'était chargé, seul et à ses propres frais, d'une tâche gigantesque. Dans cette lutte d'un homme isolé au milieu d'un pays barbare et de populations fanatiques, qui s'est prolongée pendant onze années, l'intrépide voyageur a failli maintes fois payer de sa vie la hardiesse de son entreprise.

» En publiant une traduction de l'Ouvrage de l'éminent botaniste de Goettingen, M. Grisebach, intitulé *La végétation du globe*, M. de Tchihatchef y a ajouté un très grand nombre d'annotations diverses et l'a fait suivre de l'examen des conditions géologiques des îles océaniques dans leur relation avec leur flore et leur faune.

» Plus tard, après avoir parcouru une partie de l'Espagne, toute l'Algérie et la Tunisie, mais cette fois accompagné de la femme éminemment distinguée à laquelle, peu d'années auparavant, il avait eu le bonheur de s'unir, l'infatigable voyageur a résumé ses observations dans un Ouvrage publié en 1880, où il rend hommage aux résultats obtenus dans la colonisation de ce pays. De même que dans plusieurs autres volumes publiés par l'auteur, on trouve des considérations intéressantes et de natures variées, qui montrent dans un style élégant l'étendue de son érudition géographique. Tel est aussi le cas pour les articles qu'il a donnés récemment sur les principaux déserts de l'Afrique et de l'Asie et la dépression Aralo-caspienne. Il y a bien peu de mois que le volume où ces articles sont réunis a été offert à l'Académie.

» M. de Tchihatchef réunissait les qualités nécessaires pour surmonter les fatigues et affronter les dangers inévitables dans des contrées sauvages ou peu civilisées. Sa haute taille, sa figure énergique, sa belle prestance étaient de nature à imposer une respectueuse circonspection à ceux qui auraient pu méditer des intentions agressives; son tempérament vigoureux, aidé d'une volonté peu commune, résistait aux fatigues et aux privations de toutes sortes. Enfin, doué d'une extrême facilité pour les langues, il connaissait celles des pays qu'il parcourait; aussi non seulement il parlait très bien la langue turque, mais il avait même appris assez les dialectes des diverses provinces de l'Asie Mineure pour qu'il y passât pour un habitant du pays.

» Son noble caractère et l'aménité de ses relations resteront dans le souvenir de tous ceux qui l'ont connu.

» Nous apprenons avec une profonde gratitude la donation généreuse faite à notre Académie. M. de Tchihatchef lui lègue une somme de cent mille francs, destinée à récompenser des voyageurs qui marcheront sur ses traces. Les revenus de cette fondation seront, en effet, attribués à des explorations relatives au continent asiatique ou aux îles limitrophes; toutefois sont exceptées : les Indes britanniques, la Sibérie proprement dite, l'Asie Mineure et la Syrie, contrées déjà suffisamment connues. Les travaux devront être du domaine des Sciences naturelles, physiques et mathématiques. Ces dispositions, écrites entièrement de la main du testateur, à la date du 1er mai 1877, sont un témoignage bien touchant de l'amour de Pierre de Tchihatchef pour la Science, ainsi que de ses sentiments d'estime et d'affection pour notre Académie, où elles perpétueront son souvenir.

» Né à Saint-Pétersbourg en 1815, et nommé Correspondant de notre Académie dans la Section de Géographie, il y a près de trente ans, M. de Tchihatchef est décédé à Florence, à l'âge de 75 ans, le 13 octobre 1890. »

TECHNIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Appareil photochronographique applicable à l'analyse de toutes sortes de mouvements*. Note de M. **Marey**.

« Dans les séances des 15 et 22 octobre de l'année dernière, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats d'expériences dans lesquelles j'obtenais sur une bande de pellicule sensible une série d'images photographiques correspondant aux attitudes successives d'un animal en mouvement. Ces recherches avaient pour but d'étudier les applications de ma méthode à des cas où la photochronographie sur plaque fixe était inapplicable : à ceux par exemple où un animal de grande taille exécutait des mouvements sur place ou avec une translation insuffisante pour empêcher les images successives de se confondre entre elles. La nouvelle méthode s'appliquait encore aux cas où l'animal en mouvement se détachait sur un fond lumineux; alors en effet la plaque sensible, tout entière impressionnée dès la première image, ne permettait pas d'en recevoir d'autres.

» J'obtins des résultats assez satisfaisants en disposant derrière l'appareil photochronographique à éclairements intermittents un autre appareil qui

conduisait une bande de pellicule sensible au foyer de l'objectif. Un électro-aimant arrêtait la pellicule pendant le temps très court où se produisaient les images.

» Ce dispositif m'a donné de bons résultats dans l'analyse des mouvements du vol des oiseaux et dans celle de la locomotion des animaux aquatiques.

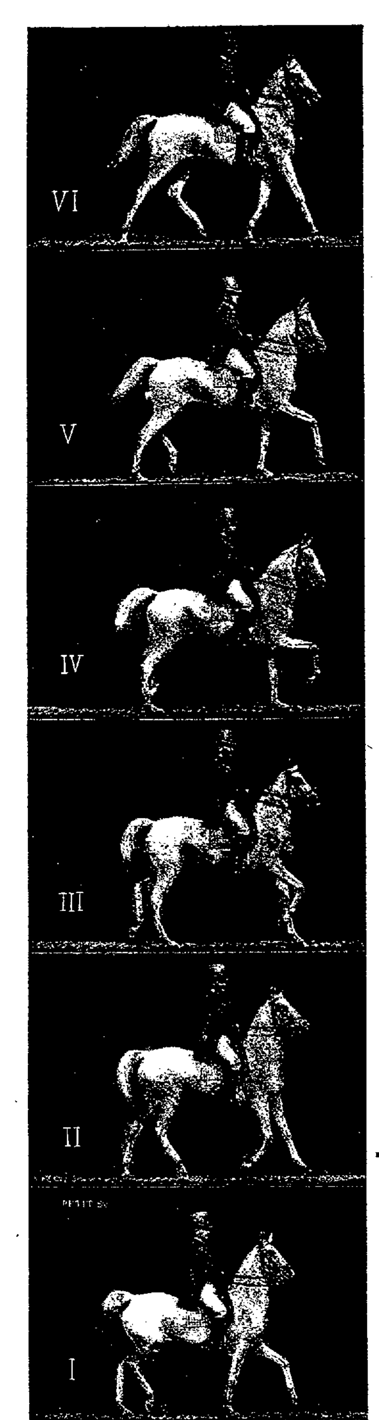
» Mais la multiplicité des sources de force motrice créait d'assez grands embarras : elle exigeait un réglage pour établir la concordance des mouvements des deux appareils associés, et ce réglage était à recommencer chaque fois qu'on devait, pour les besoins d'une expérience, changer la fréquence des images. Dans la disposition nouvelle, tous les mouvements sont réglés de façon que la pellicule sensible progresse, dans l'intervalle de deux images, d'une longueur précisément égale à celle de l'image elle-même.

» Il fallait, en outre, que la pellicule s'arrêtât au moment de la formation de l'image, pour que celle-ci fût parfaitement nette.

» Or, quand on doit obtenir 10, 20 et jusqu'à 50 images par seconde, le rouage qui conduit la pellicule est animé d'une grande vitesse. Les pièces massives qui le constituent ne sauraient être arrêtées tout à coup. Pour éviter les effets de l'inertie je n'arrête que la pellicule, dont la masse est à peu près négligeable, et pendant cet arrêt le rouage moteur continue son mouvement à toute vitesse. Enfin, pour concilier l'arrêt momentané de la pellicule devant l'objectif avec la traction continue que cette pellicule éprouve à son extrémité par l'action du rouage moteur, je fais réfléchir la pellicule sur un ressort flexible qui cède à sa traction, diminue le trajet que doit parcourir la bande et réagit ensuite aussitôt que la bande cessant d'être comprimée se remet en mouvement. Les choses se passent comme si la bande devenait extensible d'une manière intermittente, ce qui lui permet de cheminer par saccades sous l'action combinée d'un entraînement continu et d'arrêts momentanés.

» Pour manier librement les bandes pelliculaires, les introduire dans l'appareil et les en retirer en pleine lumière, je me sers d'un dispositif auquel je donne le nom de *bobine à couvertures*.

» Aux extrémités de chaque pellicule sensible on colle deux bandes de papier opaque, l'une rouge et l'autre noire, puis on enroule le tout sur une bobine de métal, en commençant par l'extrémité rouge. Cet enroulement se fait dans le laboratoire photographique, et lorsqu'il est terminé on peut porter la bobine en pleine lumière sans craindre d'altérer la pellicule.



Celle-ci, en effet, est protégée par les épaisseurs multiples de papier noir qui la recouvrent.

» Quand on veut prendre une série d'images, on introduit la bobine dans l'appareil en engageant l'extrémité de la bande sur une autre bobine sur laquelle elle s'enroulera, puis on ferme l'appareil et on met le rouage en marche. Dès que celui-ci a pris sa vitesse et que l'on constate que l'animal en expérience exécute bien les mouvements que l'on veut étudier, on presse sur un bouton; aussitôt la bande, saisie par un laminoir, se met en marche et s'enroule sur la seconde bobine. A la fin de l'expérience, la pellicule se trouve recouverte par une série d'enroulements de papier rouge. On peut alors manier la bobine en pleine lumière et sa couleur ne permet pas de la confondre avec celles qui n'ont pas servi et qui sont recouvertes de papier noir.

» Suivant la longueur des pellicules que fournit l'industrie, on peut recueillir des séries d'images dont le nombre varie de 30 à 120. Les pellicules de Balagny sont les plus sensibles que j'aie trouvées, mais leur longueur n'excède guère $1^{m},10$; elles ne contiennent guère que 30 images en série.

» Les opérations du développement et du fixage des épreuves se font aisément en plongeant dans un vase étroit et profond, rempli de liquide développateur, la bande pelliculaire dont on tient un bout dans chaque main. Par des mouvements alternatifs des bras on fait passer toutes les parties de la bande à travers le bain développateur.

» Toutes les images ayant même temps de pose et même durée de développement présentent une égalité remarquable dans leur

intensité et leur modelé. Reste à les reproduire sans altération par l'intervention de la main de l'homme et à les tirer à un certain nombre d'exemplaires. Pour cela les procédés de la photoglyptie sont parfaits, mais ils exigent un tirage hors texte et sont coûteux. Les progrès croissants de la phototypie permettent d'espérer que bientôt son emploi permettra aux physiologistes de représenter les phases d'un mouvement avec une perfection absolue. La figure ci-contre, obtenue par M. Ch. Petit d'après un cliché photochronographique, est un exemple de ce qu'on peut déjà obtenir en typographie par son procédé.

» Les six images superposées et qui se lisent de bas en haut représentent les attitudes successives d'un cheval au trot. Elles ne correspondent qu'à une faible partie de la série photochronographique, la justification d'une page ne permettant pas d'en loger un plus grand nombre sur une seule colonne. Ces six attitudes expriment à peine la moitié d'un pas de cheval; mais elles suffisent pour montrer avec quelle précision se traduisent des successions de mouvements que l'œil a quelque peine à suivre.

» Les épreuves photochronographiques, plus ou moins agrandies suivant le besoin, se prêtent très bien à l'emploi du zootrope et reproduisent avec toutes ses phases le mouvement analysé. En variant le nombre des images et la vitesse de rotation de l'appareil, on peut, si cela est nécessaire, augmenter ou diminuer la vitesse apparente du mouvement pour en rendre les caractères plus faciles à saisir. »

CHIRURGIE. — *Sur les rapports de la septicémie gangréneuse et du tétanos, pour servir à l'étude des associations microbiennes virulentes.* Note de M. **Verneuil.**

« La coexistence de la gangrène et du tétanos a été depuis longtemps signalée par les chirurgiens, qui avaient remarqué que la dernière de ces maladies survenait assez souvent après les plaies contuses, les écrasements des membres, les fractures comminutives, les brûlures, les congélations, etc., toutes blessures s'accompagnant ou se compliquant à l'occasion de sphacèle primitif ou d'inflammation gangréneuse.

» Toutefois, comme ces faits sont relativement rares, eu égard à ceux dans lesquels le tétanos succède à des traumas légers, sans gravité apparente, sans accidents locaux sérieux et même en marche naturelle vers la guérison, on pouvait se demander s'il n'y avait pas simple coïncidence plutôt que relation, et s'il ne s'agissait pas d'une association fortuite entre

deux maladies sans que l'une, la gangrène, suscitât ou favorisât l'autre, le tétanos.

» En tout cas, ceux qui croient à la connivence n'en ont jusqu'ici fourni ni la preuve ni l'explication; mais il paraît aujourd'hui possible de combler la lacune, grâce aux doubles données fournies par l'expérimentation au laboratoire et l'observation au lit du malade.

» On sait que la terre cultivée renferme divers microbes pathogènes, au premier rang desquels se placent le vibrion septique de Pasteur et le bacille tétanigène de Nicolaïer.

» Les inoculations faites avec cette terre virulente développent chez les animaux deux maladies redoutables : la septicémie gangréneuse, due au vibrion; le tétanos, dû au bacille.

» Les deux microbes se trouvant de coutume réunis dans la terre infectée, les inoculations engendrent, sans qu'à la vérité on sache exactement pourquoi, tantôt l'une, tantôt l'autre des maladies susdites, et cela dans des proportions très variables, tel échantillon de terre produisant, je suppose, quatre-vingts septicémies et vingt tétanos, tel autre un percentage inverse.

» En raison de l'activité inégale et de la durée d'incubation différente de leurs virus respectifs, les deux maladies n'apparaissent point en même temps. La septicémie, plus hâtive, se montre dans les premiers jours, sinon dans les premières heures; le tétanos, plus tardif, ne survient que vers le quatrième ou cinquième jour et souvent plus tard.

» Malgré le nombre aujourd'hui très considérable des inoculations faites avec la terre et suivies de septicémie gangréneuse ou de tétanos, il ne paraît pas qu'on ait vu la première, ouvrant la marche, être suivie par le second, ni le second une fois développé être compliqué par la première. En d'autres termes, la réunion si évidente des deux virus dans un même échantillon de terre inoculé aux animaux n'aurait jamais eu jusqu'ici pour résultat le développement ni simultané, ni successif des deux maladies, ce qui semble démontrer leur indépendance.

» La septicémie gangréneuse est rapidement et à peu près fatalement mortelle chez les animaux, ce qui explique peut-être pourquoi elle n'est jamais suivie du tétanos, auquel elle ne laisse pas le temps de se développer.

» Voici, d'autre part, comment les choses se passent en pathologie humaine, d'après ce que nous ont enseigné les faits cliniques convenablement interprétés.

» La terre cultivée, mise en contact avec les plaies de l'homme, peut les infecter :

» 1° En provoquant la septicémie gangréneuse de Pasteur, « laquelle, » comme le rappellent MM. Cornil et Babes, a souvent pour causes les » fractures comminutives, les contusions profondes, *surtout si les plaies ont* » *été souillées par la terre* ».

» 2° En engendrant le tétanos, notion de date récente mais qui ne saurait être contestée.

» Donc, sur ce premier point, similitude entre l'homme et les bêtes, avec cette légère restriction que la septicémie humaine d'origine tellurique semble moins fréquente que le tétanos.

» L'époque d'apparition successive est sensiblement la même dans les deux séries, c'est-à-dire également primitive chez l'homme pour la septicémie, secondaire pour le tétanos. Les deux maladies s'y montrent toutefois un peu plus tardivement que chez les animaux, du deuxième au troisième jour pour la première, après sept jours d'incubation en moyenne pour le second.

» Les deux maladies sont dans notre espèce d'une extrême gravité. Toutefois la septicémie gangréneuse, peut-être parce qu'on se donne la peine de la soigner et qu'on peut en certains cas en retarder la marche par des mesures radicales, ne tue pas toujours ou tue moins brutalement; d'où résulte que la prolongation de la vie permet au virus tétanique d'achever son incubation; d'où l'existence simultanée des deux maladies inconnue chez les animaux et déjà plusieurs fois constatée chez l'homme.

» Je ne fatiguerai pas l'Académie par le récit des observations à moi connues et déjà publiées d'ailleurs (1); je me contenterai de lui communiquer trois faits inédits, aussi clairs, aussi évidents, aussi décisifs que les meilleures expériences *in anima vili*.

» Je dois l'un à l'obligeance d'un de nos confrères de l'armée, M. le Dr Labit, médecin-major au 35e de ligne, et les deux autres à M. le Dr Tédenat, professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier.

» *Observation I.* — A Rouen, en 1885, un chasseur à cheval très vigoureux fait dans le manège du régiment une chute violente sur l'avant-bras gauche. On constate : 1° une fracture simple du radius à la partie moyenne; 2° une seconde fracture des deux os, située plus bas, à 2 ou 3cm de l'articulation du poignet. Les fragments supérieurs du radius et du cubitus font issue au dehors et sont comme étranglés par

---

(1) *Revue de Chirurgie*, 1887 et 1888, passim.

une boutonnière cutanée; ils sont souillés par la poussière et la terre du manège, dont on les débarrasse incomplètement au moment de l'accident. Du reste, point d'hémorrhagie, ni de troubles dans la sensibilité de la main.

» Dans ces conditions, on tente la conservation du membre; la plaie est nettoyée soigneusement avec la solution phéniquée forte; quelques esquilles mobiles sont enlevées; enfin le membre est immobilisé après pansement antiseptique.

» Pendant quarante-huit heures, tout va bien : ni réaction, ni douleurs; état général satisfaisant. Le troisième jour, changement subit. L'avant-bras jusqu'au coude est tuméfié, douloureux, et présente les caractères de l'affection connue sous le nom ancien d'*érysipèle bronzé* et appelé par les modernes *septicémie gangréneuse* ou *foudroyante, œdème malin,* etc.

» L'amputation du bras, jugée indispensable, est aussitôt pratiquée par M. Weber, médecin-inspecteur. On fait un pansement antiseptique sans réunion immédiate. L'extension du mal est arrêtée du coup et la plaie opératoire évolue à souhait. Mais quatre jours écoulés, c'est-à-dire sept jours après l'accident, on voit successivement apparaître le trismus, la raideur de la nuque, la dysphagie : bref, le tétanos avec tout son cortège. On institue aussitôt le traitement par le chloral à haute dose, l'immobilisation, la température constante, etc., mais le tout inutilement. Bien que la marche ait été lente, les contractures modérées, la fièvre peu intense, la mort survint au vingt-deuxième jour.

» La plaie d'amputation était guérie.

» *Observation II* (Tédenat). — Homme de 38 ans. Chute de cheval. Luxation de la tête inférieure du cubitus saillant à travers une boutonnière cutanée, mise en contact avec le *fumier* lentement chauffé par un soleil de quatre mois, et arrosé par une petite averse trois jours après l'accident. Frisson violent une heure après. Appelé le lendemain, je trouve des collections gazeuses à la partie supérieure de l'avant-bras; j'incise, je lave avec un liquide antiseptique, je mets le membre dans un bain antiseptique permanent. Le tissu cellulaire mortifié dans les foyers gazeux s'élimine. Tout s'arrange, la famille croit le danger conjuré. Mais le contact de la plaie avec le fumier me fait craindre l'invasion du tétanos. Celui-ci éclate en effet au huitième jour et enlève le blessé en quarante-huit heures.

» *Observation III* (Tédenat). — Jeune fille, 23 ans. Luxation du pied en dehors; le plateau inférieur du tibia porte sur le sol et dans son cartilage s'incruste de la poussière; l'accident a lieu aux environs d'un abattoir. On fait un lavage phéniqué.

» Appelé le troisième jour, je trouve une arthrite purulente avec phlegmon diffusé jusqu'au genou. Incisions multiples. Vers le vingtième jour, tétanos, qui guérit.

» J'ai plus tard fait la résection, et aujourd'hui la malade, grande et belle montagnarde, marche bien.

» La concordance remarquable des résultats expérimentaux et des observations cliniques permet de regarder comme suffisamment établies les conclusions suivantes :

» 1° La coïncidence chez l'homme de certaines formes de gangrène et du tétanos n'est pas due au hasard.

» 2° Elle résulte de l'introduction simultanée dans les plaies des deux microbes bien connus de Pasteur et de Nicolaïer, fréquemment réunis, dans la terre cultivée ou fumée.

» 3° Les deux maladies, contemporaines à l'origine, évoluent toutefois dans la suite d'une manière distincte, conformément à l'action propre de leur virus et sans paraître manifestement s'influencer.

» 4° Le développement de la septicémie gangréneuse dans une plaie souillée par la terre doit faire craindre sans doute l'apparition ultérieure du tétanos, mais l'indépendance réelle des deux infections est prouvée par ce fait que la suppression radicale de la première n'empêche pas la seconde de se développer.

» 5° Tout semble donc démontrer qu'il y a là association morbide pure et simple, due à la réunion fortuite de deux virus [1]. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire.

MM. **Schutzenberger** et **Troost** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. **A. de Lapparent** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Minéralogie, par le décès de M. *Hébert*.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

---

[1] La septicémie gangréneuse n'est pas la seule maladie virulente capable de s'associer au tétanos. En effet, on a déjà signalé la coïncidence de ce dernier avec le charbon, l'érysipèle, la fièvre typhoïde, la malaria, la tuberculose; mais les faits, outre qu'ils sont fort rares, sont pour la plupart si sommairement rapportés qu'on n'en peut pas encore déduire les relations réelles entre les deux maladies.

Il est intéressant de noter que la plus commune des intoxications traumatiques, c'est-à-dire la pyohémie, ne s'est jamais peut-être (d'après M. Jeannel et moi-même) associée au tétanos. Il y a peut-être là antagonisme véritable (?)

M. **W. Grosseteste**, Président du Comité qui s'est formé pour rendre hommage à la mémoire de *Adolphe Hirn*, adresse à l'Académie un exemplaire de la médaille frappée à l'effigie de notre éminent Correspondant.

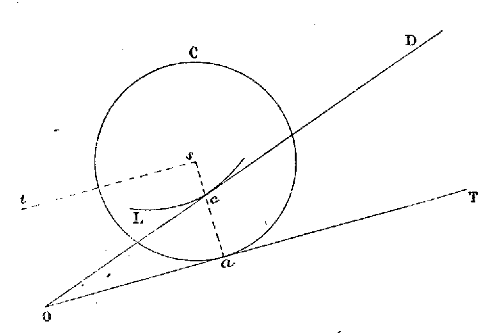
L'Académie s'associe aux sentiments d'admiration et de profond regret des amis de M. Hirn.

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur le déplacement d'un double cône.* Note de M. **A. Mannheim**.

« Dans la séance du 20 octobre 1890, M. Resal a fait une intéressante Communication sur le mouvement d'un double cône.

» Je vais présenter à ce sujet quelques remarques géométriques que ce travail m'a suggérées.

» Le corps mobile (S) se compose de deux cônes de révolution égaux, ayant pour base commune une circonférence C dont le plan est vertical et que je prends pour plan de la figure. Les sommets s_1, s_2 des deux cônes se projettent au centre s de C. Ces cônes reposent sur deux droites directrices



D_1, D_2 symétriquement placées par rapport au plan de C et qui se projettent sur ce plan suivant la même droite D.

» Le plan tangent au cône s_1 mené par la droite D_1, sur laquelle il pose, coupe le plan analogue relatif au cône s_2 suivant la droite T tangente à C et qui passe par le point de rencontre o des directrices D_1, D_2.

» Appelons c_1 le point où le cône de sommet s_1 touche D_1 et c_2 le point analogue pour l'autre cône; la droite $c_1 c_2$ est perpendiculaire au plan de C et le coupe au point c.

» Lorsque le corps (S), formé par les deux cônes, se déplace, la circonférence C reste toujours tangente à la droite T, par suite :

» *Le centre s de C décrit une droite st parallèle à* T.

» Le déplacement infiniment petit du corps mobile (S) est une rotation autour de la droite $c_1 c_2$, qui est un axe instantané de rotation. Cela étant vrai quelle que soit la position de (S), on voit que :

» *Le plan* ($D_1 D_2$) *des directrices est le lieu des axes instantanés de rotation.*

» Ces axes instantanés, perpendiculaires au plan de C, sont parallèles : par suite les droites qui deviennent ces axes forment une surface cylindrique. C'est cette surface cylindrique qui, en roulant sur le plan ($D_1 D_2$), entraîne le corps (S). Cherchons la nature de la section déterminée dans ce cylindre par le plan de C.

» Pendant le roulement du cylindre cette courbe de section se déplace sur son plan en roulant sur D. Mais nous savons que le point s entraîné dans ce déplacement décrit une droite; la courbe roulante est donc telle qu'un point de son plan décrit une droite : c'est alors une spirale logarithmique L ([1]).

» Nous arrivons ainsi à ce résultat curieux :

» *Le déplacement du double cône* (S) *s'obtient en liant ce corps à un cylindre, dont les génératrices sont horizontales et dont la section droite est une spirale logarithmique, cylindre qui roule sur le plan des directrices* D_1, D_2.

» On comprend qu'il est facile maintenant d'examiner comment ce déplacement est modifié lorsqu'on change les dimensions du corps (S) et l'angle des directrices.

» Prenons seulement le cas où les directrices passant toujours par o et restant toujours dans les plans tangents aux cônes qui les contiennent comprennent entre elles un nouvel angle. Ces nouvelles directrices se projettent suivant une droite qui part de o et qui est différente de D. Par suite, la spirale logarithmique section droite du cylindre qui roule sur le plan incliné formé par les nouvelles directrices est différente de la première L. On voit ainsi que, *les cônes restant toujours tangents aux mêmes plans, le déplacement de* (S) *est modifié lorsqu'on fait varier l'angle des directrices.*

» Pour terminer, j'ajoute que *le lieu des points de contact de l'un des cônes*

([1]) La propriété sur laquelle je m'appuie ici se trouve démontrée dans un Mémoire intitulé : *Recherches géométriques relatives au lieu des positions successives des centres de courbure d'une courbe qui roule sur une droite* (*Journal de Liouville*, 1859).

avec la directrice sur laquelle il pose est une courbe qui coupe sous le même angle les génératrices de ce cône, c'est-à-dire *une loxodromie;*

» Et que, *sur le cylindre mobile, cette courbe est une hélice* [1]. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions périodiques de deux variables.* Mémoire de M. **Appell**, présenté par M. Hermite. (Extrait par l'auteur.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie contient le développement complet de la méthode que j'ai indiquée dans une courte Note [2] pour la démonstration du théorème fondamental suivant : *Toute fonction de deux variables à quatre paires de périodes, qui se comporte à distance finie comme une fraction rationnelle, peut être exprimée à l'aide des fonctions* Θ *de deux variables.* Ce théorème a été énoncé par Riemann dans une conversation qu'il eut avec M. Hermite en 1860; depuis, M. Weierstrass a annoncé à quelques-uns de ses élèves qu'il possède une démonstration de ce théorème, mais il n'a rien publié sur la méthode dont il fait usage. Dans une Note présentée à l'Académie le 3 décembre 1883, MM. Poincaré et Picard, s'appuyant sur ce théorème de M. Weierstrass [3] que $(n+1)$ *fonctions de* n *variables à* $2n$ *groupes de périodes sont liées par une relation algébrique,* ont donné une démonstration du théorème de Riemann fondée sur la considération d'intégrales de différentielles totales et sur la théorie des intégrales abéliennes.

» En me bornant au cas le plus simple de deux variables indépendantes, j'ai réussi à traiter directement la question. Partant de l'expression d'une fonction de deux variables, sans singularités essentielles à distance finie,

---

(1) M. Resal, à qui j'ai communiqué la présente Note, a cherché la courbe décrite par le centre d'une sphère mobile que l'on substitue au double cône. Il a trouvé que cette courbe est une ellipse. M'appuyant alors sur la réciproque d'une proposition que j'ai fait connaître dans le Mémoire auquel je viens déjà de renvoyer, je puis dire :

Le déplacement de cette sphère mobile s'obtient en la liant à un cylindre, dont les génératrices sont horizontales et dont la section droite est une épicycloïde ordinaire, cylindre qui roule sur le plan des directrices. L'intersection de ce cylindre et de la sphère est le lieu des points de contact de cette sphère et des directrices.

(2) *Comptes rendus*, séance du 27 janvier 1890.

(3) Ce théorème est énoncé sans démonstration dans une lettre de M. Weierstrass à M. Borchardt (*Journal de Crelle,* t. 89).

sous forme du quotient de deux fonctions entières, telle qu'elle résulte d'un théorème de M. Poincaré [1], je montre que, si cette fonction admet quatre paires de périodes, on peut l'exprimer par le quotient de deux fonctions entières composées avec des fonctions Θ de deux variables. Je n'ai donc pas à m'appuyer sur la relation algébrique qui lie trois fonctions de deux variables à quatre paires de périodes : la méthode suivie permet au contraire d'en démontrer l'existence.

» Le Mémoire se termine par quelques remarques nouvelles, sur les fonctions de deux variables avec deux paires de périodes, que je demande la permission de résumer ici. Une fonction $f(x,y)$ de deux variables, admettant les deux paires de périodes $(2\pi i, 0)$ et $(0, 2\pi i)$ et n'ayant pas de singularités essentielles à distance finie, peut toujours être mise sous la forme

$$f(x,y) = \frac{\varphi(x,y)}{\psi(x,y)},$$

φ et ψ désignant deux fonctions entières ne s'annulant simultanément qu'aux points d'indétermination de $f(x,y)$ et vérifiant les deux relations

$$(1) \quad \begin{cases} \varphi(x+2\pi i, y) = \varphi(x,y), & \varphi(x, y+2\pi i) = e^{nx}\varphi(x,y), \\ \psi(x+2\pi i, y) = \psi(x,y), & \psi(x, y+2\pi i) = e^{nx}\psi(x,y), \end{cases}$$

où n désigne un entier. Si nous posons

$$\theta_3(z|\omega, \omega') = \sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty} e^{\frac{\pi i}{\omega}(2\nu z + \nu^2\omega')}$$

la fonction entière

$$\theta(x,y) = e^{y^2}\theta_3\left(2y - \frac{x}{2\pi i}\middle| 1, 4\pi i\right)$$

vérifie les deux relations

$$\theta(x+2\pi i, y) = \theta(x,y), \qquad \theta(x, y+2\pi i) = e^{x}\theta(x,y).$$

» Lorsque l'entier n est négatif, les fonctions

$$\Phi(x,y) = \varphi(x,y)\theta^{-n}(x,y), \qquad \Psi(x,y) = \psi(x,y)\theta^{-n}(x,y)$$

sont des *fonctions entières* admettant les deux paires de périodes $(2\pi i, 0)$,

---

[1] *Acta mathematica*, t. II.

$(0, 2\pi i)$; lorsque n est positif, il en est de même des deux fonctions

$$\Phi(x,y) = \varphi(x,y)\theta^n(-x,y), \qquad \Psi(x,y) = \psi(x,y)\theta^n(-x,y).$$

» Dans les deux cas, on pourra mettre la fonction $f(x,y)$ sous la forme

$$f(x,y) = \frac{\Phi(x,y)}{\Psi(x,y)}, \tag{2}$$

Φ et Ψ étant des fonctions entières qui admettent séparément les deux paires de périodes et qui, par conséquent, sont développables par la série de Fourier. On arrive ainsi à une expression des fonctions de deux variables avec deux paires de périodes analogue à celle des fonctions d'une variable avec une période, avec cette différence que l'expression (2) n'est pas irréductible, puisque le numérateur et le dénominateur sont divisibles par une même série entière $\theta^{\pm n}(\pm x, y)$ s'annulant à distance finie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un cas particulier de l'équation de Lamé.* Note de M. V. **Jamet**.

« Dans une Communication que j'ai faite, en 1877, à la Société mathématique, j'ai démontré le théorème de Salmon sur le rapport anharmonique des cubiques planes, par une méthode qui m'a conduit à considérer le coefficient angulaire u d'une tangente à une cubique, comme une fonction d'une variable ξ, assujettie à vérifier l'équation différentielle

$$4\sqrt{f(\xi)}\frac{du}{d\xi} + u^2 = 3a\xi + b, \tag{1}$$

où ξ désigne l'abscisse du point d'intersection de la tangente considérée avec la cubique, $f(\xi)$ le polynôme

$$a\xi^3 + b\xi^2 + c\xi + e.$$

» Par des transformations classiques, qu'il n'y a pas lieu de développer ici, j'ai constaté que toute intégrale particulière de l'équation (1), et notamment celle que je connaissais à l'avance, faisait connaître une intégrale particulière de l'équation différentielle

$$\frac{d^2z}{d\varphi^2} = \left(\frac{3}{4}k^2\,\mathrm{sn}^2\varphi - \frac{1+k^2}{4}\right)z, \tag{2}$$

qui est un cas particulier de l'équation à laquelle Lamé a été conduit, dans le problème de l'équilibre de température de l'ellipsoïde. J'en ai conclu que l'équation (2) admet l'intégrale générale

$$z = \frac{1}{\sqrt{\operatorname{sn}\frac{C-\varphi}{2}\operatorname{cn}\frac{C-\varphi}{2}\operatorname{dn}\frac{C-\varphi}{2}}}\left(A + B\operatorname{sn}^2\frac{C-\varphi}{2}\right),$$

où les constantes A, B sont arbitraires, et où C est déterminée comme il suit :

$$C = 2\int_0^1 \frac{dt}{\sqrt{(1-t^2)(1-k^2t^2)}} + \int_1^{\frac{1}{k}} \frac{dt}{\sqrt{(1-t^2)(1-k^2t^2)}}. \text{ »}$$

BALISTIQUE. — *Pressions ondulatoires produites par la combustion des explosifs en vase clos.* Note de M. **Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« Lorsqu'un explosif est uniformément réparti dans une capacité close et que toute la charge se trouve simultanément enflammée, il est évident que la loi de développement des pressions en fonction du temps est la même en tous les points, les produits de la décomposition demeurant en équilibre au point même de leur production.

» On a généralement admis que ces conditions théoriques sont sensiblement réalisées dans toutes les expériences concernant la mesure des pressions maxima développées en vase clos par la combustion des explosifs, ces expériences s'effectuant, en général, dans des récipients de petites dimensions.

» En fait, dans des éprouvettes de 50^{mm} à 150^{mm} de longueur et de diamètres variables de 22^{mm} à 64^{mm}, nous avons toujours observé pour une même densité de chargement des pressions identiques, quelle que fût la disposition de la charge à l'intérieur du récipient et la loi de combustion de l'explosif. Ces observations s'appliquent au coton-poudre pulvérulent qui brûle en quelques cent-millièmes de seconde, comme aux poudres les plus lentes utilisées dans l'artillerie.

» Mais cette répartition uniforme des pressions à chaque instant de la combustion cesse de se produire lorsque les dimensions du récipient deviennent considérables et que la charge ne s'y trouve pas uniformément répartie. On observe alors des pressions locales anormales, fréquemment

signalées dans l'emploi des poudres vives au chargement des bouches à feu.

» Nous nous sommes proposé d'étudier, dans des éprouvettes de longueur beaucoup plus considérable que celle des récipients que nous avions utilisés jusqu'ici, le mode de développement des pressions produites par la combustion d'un explosif, en cherchant à troubler la répartition uniforme de ces pressions par l'emploi des charges dyssymétriques condensées à l'une des extrémités de l'éprouvette.

» L'appareil dont nous avons fait usage se compose d'un tube cylindrique en acier, de 1^m de longueur, 60^{mm} de diamètre extérieur et 22^{mm} de diamètre intérieur. Les deux extrémités de ce tube sont filetées et reçoivent des bouchons en acier munis de manomètres à écrasement identiques. Les pistons de ces manomètres portent des plumes en acier permettant d'inscrire à chaque extrémité du tube la loi de l'écrasement du cylindre de cuivre sur un cylindre tournant. Ce dispositif est identique à celui que M. Sarrau et moi avons décrit dans nos recherches antérieures sur l'emploi des manomètres à écrasement.

» L'inflammation de la charge est assurée par un petit bouchon de mise de feu disposé latéralement sur la paroi de l'éprouvette au voisinage de l'une des extrémités.

» Dans ces conditions, il est possible d'enregistrer simultanément la loi des pressions développées aux deux extrémités du tube et de comparer la valeur des pressions au même instant.

» A cet effet, la bombe était disposée horizontalement sur deux supports métalliques munis d'étriers de serrage, devant deux cylindres tournants de même diamètre, montés sur un même axe, et sur lesquels traçaient les plumes des pistons écraseurs.

» Ce système, monté sur pointes, était commandé par un moteur électrique et la vitesse linéaire des cylindres était donnée par la touche d'un diapason effectuée automatiquement au moment même de l'explosion.

» L'appareil étant complètement réglé, avant de mettre en mouvement les cylindres, on produisait un déplacement des pistons parallèle aux génératrices des cylindres; ce mouvement donnait sur les bandes de papier enfumé des traits de repère permettant de mettre en coïncidence les points des tracés obtenus au même instant à chaque extrémité de l'éprouvette.

» Nous avons comparé la loi de développement des pressions aux extrémités de l'éprouvette, soit lorsque la charge était uniformément répartie suivant l'axe du tube, soit lorsqu'elle était condensée en totalité ou par parties à chaque extrémité.

» Nous avons étudié suivant ce mode, pour des densités de chargement croissantes, le coton-poudre pulvérulent, les poudres noires de vivacité variable, depuis la poudre de chasse jusqu'aux poudres les plus lentes utilisées dans les armes de gros calibre de l'artillerie de la Marine; la même étude a été étendue aux poudres du nouvel armement.

» Les conclusions générales auxquelles nous sommes parvenu sont les suivantes :

» La combustion d'une charge explosive dans une capacité close ne donne lieu à des pressions uniformes à chaque instant sur les parois du récipient qu'à la condition que cette charge soit uniformément répartie. Dans le cas de récipients de faible diamètre, il suffit pour obtenir le même résultat que cette répartition soit uniforme suivant la plus grande dimension de l'éprouvette.

» Dès que cette condition cesse d'être remplie, et en particulier lorsque la charge est condensée à l'une des extrémités du récipient, on voit naître un mode spécial de répartition des pressions, résultant d'une sorte de balancement de la masse gazeuse suivant le grand axe de l'éprouvette. Il en résulte des condensations dont l'importance croît avec l'émission gazeuse de la charge, c'est-à-dire avec la vivacité de l'explosif, ou pour une même matière avec la densité de chargement.

» Les condensations se produisent alternativement aux deux extrémités de l'éprouvette à des intervalles de temps proportionnels à sa longueur et très voisins de la durée de propagation du son dans les produits de la décomposition, à la température de déflagration (1100^m à 1200^m par seconde pour les poudres B et 600^m à 700^m pour les poudres noires).

» Les pressions qui résultent de ces condensations peuvent atteindre, dans une éprouvette de 1^m, jusqu'au *triple* de la pression normale correspondant à l'entière combustion de la charge. Elles s'observent aux plus faibles densités de chargement, correspondant à une pression normale 1000^{kg} avec les explosifs les plus vifs, tels que le coton-poudre pulvérulent ou la poudre de chasse; mais on les obtient également avec des matières de vivacité moyenne employées à densité de chargement plus élevée, correspondant à la pression normale 2500^{kg}.

» L'importance de ces condensations gazeuses diminue rapidement avec la longueur de l'éprouvette. Avec aucun explosif nous n'avons pu en observer la moindre trace, ni par les écrasements ni par les tracés dans une éprouvette de 15^{cm} de longueur. »

PHYSIQUE. — *Sur le photomètre de Bunsen.* Note de M. **R. Boulouch**, présentée par M. Mascart.

« Pour donner une théorie rigoureuse du photomètre de Bunsen, il est nécessaire de préciser les conditions dans lesquelles la tache translucide de l'écran photométrique cesse d'être visible; il est bien évident, d'ailleurs, que l'écran paraîtra uniformément éclairé lorsque la quantité de lumière envoyée à l'œil par une petite surface prise dans la partie translucide sera égale à la quantité de lumière envoyée par une surface égale, prise dans la partie réservée de l'écran.

» On exprimera facilement les quantités de lumière que l'on doit égaler, à l'aide des coefficients suivants.

» Pour une incidence déterminée de la lumière, appelons *coefficient de réflexion diffuse* d'une surface, dans une direction faisant un angle déterminé avec la normale à cette surface, le rapport de la quantité de lumière qu'elle diffuse dans cette direction, du côté de la source lumineuse, à la quantité de lumière qu'elle reçoit; *coefficient de transmission diffuse* de la même surface dans une direction faisant le même angle avec la normale, le rapport de la quantité de lumière qu'elle diffuse dans cette direction, du côté opposé à la source, à la quantité de lumière qu'elle reçoit.

» Soient r_1, t_1 les coefficients précédents relatifs à l'une des surfaces de la tache, r_0, t_0 les coefficients relatifs à la surface réservée qui l'entoure, lorsque la lumière incidente tombe normalement sur l'écran, tandis que la lumière diffusée est reçue par l'œil dans une direction faisant l'angle α avec la normale.

» Soient d'autre part I et I' les intensités de deux luminaires que l'on peut déplacer suivant la normale à l'écran au centre de la tache; désignons par R et R' leurs distances respectives à l'écran, lorsque la tache disparaît du côté de la lumière I, pour l'œil observant sous l'incidence α; la condition d'égalité des quantités de lumière reçues par l'œil et provenant de la tache ou de la surface qui l'entoure sera exprimée par l'équation suivante

$$r_1 \frac{I}{R^2} + t_1 \frac{I'}{R'^2} = r_0 \frac{I}{R^2} + t_0 \frac{I'}{R'^2},$$

ou bien

$$\frac{I}{R^2}(r_0 - r_1) = \frac{I'}{R'^2}(t_1 - t_0). \tag{1}$$

» Désignons ensuite par ρ et ρ' les distances des luminaires à l'écran, lorsque la tache disparaît du côté de I' pour l'œil regardant toujours sous la même incidence α; si les deux côtés de l'écran sont identiques, les coefficients considérés auront la même valeur que dans la première expérience, et l'équation suivante

$$(2) \qquad \frac{I'}{\rho'^2}(r_0 - r_1) = \frac{I}{\rho^2}(t_1 - t_0)$$

aura une signification analogue à celle de l'équation (1).

» Ces deux équations suffiront pour donner la valeur de $\frac{I'}{I}$, car les coefficients s'éliminent à la fois par division et l'on obtient

$$\frac{I'^2}{I^2} = \frac{\rho'^2}{\rho^2} \times \frac{R'^2}{R^2} \quad \text{ou} \quad \frac{I'}{I} = \frac{R'\rho'}{R\rho}.$$

» Il convient de remarquer que les conditions d'identité des deux faces de l'écran est assez difficilement réalisable dans certains cas; mais toute difficulté disparaît si l'on a soin de regarder, dans les deux expériences, la même face de l'écran, qui doit dès lors être supporté par un pied permettant une rotation exacte de 180° autour de la verticale qui passe par le centre de la tache.

» La théorie précédente sera vérifiée si la valeur du rapport $\frac{I'}{I}$ est indépendante de l'incidence α sous laquelle on fait la détermination; or ce résultat se trouve établi par le tableau suivant, relatif à un écran de papier suffisamment opaque, rendu translucide sur une surface d'environ 1^{cmq} par une goutte de paraffine employée à la température de l'ébullition.

» On ne doit pas regarder comme déterminés avec précision les nombres obtenus sous les incidences de 10° et de 80°, à cause des difficultés d'observation.

Incidences d'observation.	R.	R'.	ρ.	ρ'.	$\frac{I'}{I} = \frac{R'\rho'}{R\rho}$.
10°	50 cm	64,2? cm	50 cm	32,8?	0,84?
20	»	56,6	»	35,8	0,81
30	»	50,8	»	40,0	0,81
40	»	46,0	»	43,0	0,79
50	»	44,8	»	45,1	0,81
60	»	43,5	»	46,1	0,80
70	»	42,3	»	46,9	0,79
80	»	40,9?	»	48,8?	0,80?

» Un grand nombre d'expériences ont été entreprises avec des écrans

blancs de diverses natures et d'épaisseurs différentes, dont la partie translucide était obtenue, soit à l'aide d'un corps gras formant tache, soit en collant du papier mince sur un écran percé d'une ouverture, et les résultats obtenus ont toujours été conformes aux indications de la théorie précédente. »

ÉLECTRICITÉ. — *La rotation de la Terre autour de son axe produite par l'action électrodynamique du Soleil.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« Je suis parvenu à imiter la rotation de la Terre autour de son axe par l'action électrodynamique, sur une sphère creuse de verre, des deux déchargeurs d'une machine Wimshurst.

» La sphère creuse, argentée à l'intérieur, comme on la rencontre dans le commerce, est effilée à la lampe; on place dans la cavité conique ainsi obtenue l'extrémité d'un axe de fer ou d'acier. Cet axe est fixé dans un support, et la sphère est disposée entre les deux déchargeurs d'une machine Wimshurst. On fait en sorte que la droite qui joint les centres des boules des déchargeurs ne passe pas par le centre de la sphère de verre. Quand on commence à tourner la manivelle de la machine, on voit la sphère se mettre en mouvement de rotation et obéir pour ainsi dire à la main de l'expérimentateur. Le mouvement de rotation de la sphère s'accélère en même temps que le mouvement de la manivelle; il est uniforme si le mouvement de la manivelle est uniforme.

» Les boules des déchargeurs sont placées à plusieurs centimètres de la surface de la sphère creuse, ce qui permet d'éviter les étincelles entre les boules des déchargeurs.

» Cette rotation d'une sphère creuse sous l'influence des deux pôles d'une machine électrique confirme mes vues sur l'origine des mouvements planétaires dans notre système solaire. »

PHOTOGRAPHIE. — *Action du borax dans les bains révélateurs alcalins.* Note de M. **P. Mercier.**

« Le borate de soude est généralement considéré comme un retardateur du développement; cependant, ce sel présentant une réaction alcaline, devrait, semble-t-il, agir uniquement comme accélérateur.

» L'explication de cette anomalie apparente peut être trouvée dans un travail de M. Aug. Lambert, publié par les *Comptes rendus*, concernant l'ac-

tion du borax sur les alcools et phénol polyatomiques, et en particulier sur le pyrogallol, l'hydroquinone et la pyrocatéchine.

» De ces recherches il résulte en effet que l'acide borique se combine aux alcools polyatomiques primaires et à certains phénols polyatomiques pour donner naissance à des acides boro-conjugués énergiques.

» Ainsi le borax, ajouté en petite quantité au pyrogallol, le transforme en un véritable acide rougissant le papier de tournesol. Il en est de même avec le tannin et la pyrocatéchine, de telle sorte que l'addition d'un borate alcalin, équivalant avec ces substances à l'addition d'un acide, ce sel agit, dans ce cas, comme un véritable retardateur.

» Mais cette réaction ne se produit pas avec les isomères de la pyrocatéchine : l'hydroquinone et la résorcine. Elle ne se produit pas non plus avec les autres révélateurs usités aujourd'hui, l'iconogène (sel de soude de l'acide amidonaphtol β-sulfonique) ou le chlorhydrate d'hydroxylamine. Ici le borax, ne donnant naissance à aucun acide, agit seulement par son alcalinité, devient un excellent accélérateur, et peut entrer, comme sel, dans la composition des bains développateurs.

» Une solution de 2^{gr} de borate de soude dans 100^{gr} d'eau, à laquelle on ajoute 2^{gr} d'acide pyrogallique ou de pyrocatéchine, ne possède aucune action révélatrice, tandis que si l'on ajoute à la même solution 2^{gr} d'hydroquinone ou 2^{gr} d'iconogène, les clichés s'y développent parfaitement et d'une façon tout à fait normale. »

CHIMIE. — *Sur les affinités de l'iode à l'état dissous*. Note de MM. **Henri Gautier** et **Georges Charpy**, présentés par M. A. Cornu.

« Nous avons montré, dans une précédente Communication [1], que les solutions d'iode dans différents liquides présentent une gamme continue de colorations allant du violet au brun [et] qu'à ces couleurs différentes semblent correspondre des condensations moléculaires différentes. Nous avons cherché si ces différences d'état n'introduisaient pas de modification dans les actions chimiques de l'iode. Après de nombreux essais, nous avons pu obtenir une réaction indiquant une différence bien nette entre les diverses solutions.

» Lorsqu'on agite du mercure pur avec une solution quelconque d'iode, il se forme toujours un précipité vert d'iodure mercureux. Mais, si le mercure contient de petites quantités d'un autre métal, l'iode se combine avec ce

[1] *Comptes rendus*, séance du 27 janvier 1890.

dernier en proportions variables, suivant la nature du dissolvant employé. Le phénomène est particulièrement net avec l'amalgame de plomb, la couleur jaune de l'iodure de plomb permettant de suivre facilement la marche de la réaction.

» Une solution brune d'iode (alcool, éther, acétone), agitée avec de l'amalgame de plomb, donne un précipité jaune d'iodure de plomb, et cela tant qu'il existe dans le mercure des traces de cè métal. Lorsque le précipité prend une teinte verte, le mercure qui reste est complètement pur.

» Au contraire, une solution violette (sulfure de carbone, chloroforme) donne, dans les mêmes conditions, un précipité vert analogue à celui que fournit le mercure pur. Enfin pour des solutions présentant une teinte intermédiaire, on obtient un précipité de couleur intermédiaire entre le jaune et le vert.

» En opérant avec un grand nombre de dissolvants, on peut obtenir une série de précipités dont les couleurs forment une gamme continue du jaune au vert. *L'ordre dans lequel on range ainsi les dissolvants est le même que celui qu'on obtient en les classant d'après la couleur des solutions d'iode.*

» La coloration du précipité est indépendante de la concentration de la solution d'iode et de la proportion de plomb contenue dans l'amalgame. Du mercure, contenant des traces de plomb, donne avec une solution brune un précipité jaune, tandis qu'un amalgame, assez riche en plomb pour être pâteux, forme avec les solutions violettes un précipité vert.

» Pour vérifier que ces différences de coloration du précipité correspondaient bien à des différences de composition, nous avons effectué un certain nombre de dosages. Il est assez difficile de séparer complètement le précipité du mercure métallique qui s'éteint au contact de la solution d'iode. Néanmoins nous avons pu, par des lévigations répétées, en isoler une quantité suffisante pour la soumettre à l'analyse. Voici les résultats obtenus pour quatre liquides pris dans les quatre groupes de colorations que nous avons distingués dans notre première Communication :

Dissolvant.	Proportion pour 100 d'iodure de plomb.
Sulfure de carbone	7,12
Benzine	7,33
Bromure d'éthyle	8,43
Alcool	100,00

» Les trois premiers nombres, quoique nettement croissants, présentent des différences très faibles. La réaction se renverse donc presque complètement, en passant du troisième au quatrième groupe.

» En examinant de plus près le phénomène, nous avons constaté que, par l'action d'une solution brune sur du mercure pur, il se forme d'abord de l'iodure mercurique qui reste en dissolution, tandis qu'avec une solution violette il se forme immédiatement de l'iodure mercureux, avant même que la majeure partie de l'iode ait disparu. La même chose se passe avec l'amalgame de plomb. Il se forme, avec les solutions brunes, de l'iodure mercurique qui, réagissant sur le plomb, donne de l'iodure de plomb et de l'iodure mercureux. Ce dernier est transformé, par l'excès d'iode, en iodure mercurique, et l'on ne doit, par suite, voir apparaître l'iodure mercureux que lorsque la totalité de l'iode est entrée en combinaison. Le 0 pour 100 de mercure obtenu avec l'alcool tient à ce qu'on n'a pas poussé l'opération jusqu'à disparition complète de l'iode dissous.

» La solubilité de l'iodure mercurique n'est d'ailleurs pas le facteur principal du phénomène, car elle est du même ordre de grandeur dans les différents dissolvants employés. Nous avons trouvé, à 15°, les coefficients suivants :

Alcool	0,00842
Bromure d'éthyle	0,00553
Benzine	0,00217
CS^2	0,00280

» Il résulte donc, des expériences décrites ci-dessus, que les solutions violettes d'iode, qui contiennent ce corps à un état moléculaire plus simple, ont une tendance à former tout d'abord de l'iodure mercureux, tendance d'autant plus marquée que le dédoublement de l'iode est plus avancé. Ce phénomène peut, croyons-nous, être rapproché de ceux que M. Berthelot a étudiés sous le nom de *tendance à la conservation du type*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers γ-cyanacétoacétiques et les éthers imidés chlorés correspondants*. Note de MM. A. **Haller** et A. **Held**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication précédente ([1]) nous avons fait voir que le γ-cyanacétoacétate d'éthyle prend naissance en traitant le monochloracétoacétate d'éthyle par du cyanure de potassium

$$CH^2Cl.CO.CH^2.CO^2C^2H^5 + CAz.K = CAz.CH^2.CO.CH^2,CO^2.C^2H^5 + KCl.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 516.

» Nous avons fait subir à cet éther une série de réactions qui nous ont permis de le transformer en acide citrique. La synthèse de cet acide nous a permis de conclure que l'éther monochloroacétoacétique dont nous sommes partis renfermait du dérivé γ à côté du dérivé α.

» Nous avons repris cette synthèse dans le but de préparer une certaine quantité de cet acide, pour en faire l'analyse ainsi que celle de quelques-uns d'entre ses sels. Nous avons aussi étudié les produits intermédiaires qui se forment dans le cours des transformations.

» *γ-cyanacétoacétate d'éthyle* $CAz.CH^2.CO.CH^2.CO^2C^2H^5$. — Déjà décrit, ce corps est toujours souillé d'un peu d'éther chloré qu'il n'est pas possible d'éliminer. Il renfermait 8,08 pour 100 d'azote au lieu de 9,03 qu'exige la théorie.

» Cet éther, tel que nous l'avons isolé, constitue un liquide huileux, incolore, mais jaunissant au contact de la lumière. Il bout à 135°-138° [$H = 40^{mm}$ à 45^{mm}]. Des rectifications répétées le décomposent.

» *Action de l'acide chlorhydrique.* — Quand on introduit 10^{gr} d'éther γ-cyané, étendu de son volume d'alcool anhydre, dans 30^{gr} à 40^{gr} d'alcool absolu saturé d'acide chlorhydrique et maintenu dans la glace, le mélange s'échauffe, et, dans la plupart des essais, il ne tarde pas à se déposer du chlorhydrate d'ammoniaque. Le liquide, séparé des cristaux, renferme une huile chlorée ainsi que de l'éther acétone-dicarbonique. Mais il arrive qu'il ne dépose pas de sel ammoniac. Dans ce cas on évapore dans le vide, et le résidu, broyé avec du sable fin, est épuisé avec de l'éther.

» La solution éthérée, réduite, nous a fourni, à deux reprises seulement, des aiguilles fines et blanches répondant à $C^9H^{15}ClAzO^4$. Comme ses propriétés l'indiquent, ce corps n'est autre chose que le chlorhydrate d'éther imidé de l'acétone-dicarbonate d'éthyle.

$$C^2H^5.CO^2.CH^2.CO.CH^2.CAz + C^2H^5OH + HCl$$
$$= C^2H^5.CO^2.CH^2.CO.CH^2.C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup AzHHCl \\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix}.$$

L'eau décompose ces cristaux en chlorhydrate d'ammoniaque et en une huile qui présente les réactions de l'éther acétone-dicarbonique

$$C^2H^5.CO^2.CH^2.CO.CH^2.C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup AzHHCl \\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix} + H^2O$$
$$= C^2H^5.CO^2.CH^2.CO.CH^2.CO\,OC^2H^5 + AzH^4Cl.$$

» *Action de l'acide chlorhydrique en présence d'alcool méthylique.* — On dissout le γ-cyanacétoacétate d'éthyle dans deux ou trois fois son poids d'alcool méthylique, et la solution, bien refroidie, est saturée d'acide chlorhydrique sec. Il se forme un dépôt d'aiguilles qui, après lavage à l'alcool et à l'éther, fondent à 122° en se décomposant. Ce corps représente 1 molécule de chlorhydrate d'éther méthyle-imidé de l'acétone-dicarbonate d'éthyle, plus 1 équivalent d'acide chlorhydrique

$$C^2H^5.CO^2.CH^2.CO.CH^2.CAz + CH^3OH + 2HCl = C^8C^{15}Cl^2AzO^4.$$

» Traité par de l'azotate d'argent, il cède la moitié de son chlore. L'autre moitié n'est atteinte qu'après ébullition préalable avec de la potasse.

» Soumis à l'ébullition avec de l'alcool étendu d'eau et légèrement acidulé, il se décompose en sel ammoniac et en un produit huileux chloré.

» *γ-cyanacétoacétate de méthyle* $CH^3.CO^2.CH^2.CO.CH^2.CAz$. — Cet éther a été préparé comme son homologue supérieur. L'opération se fait au sein de l'éther absolu.

» Dans cette réaction, il se forme encore un mélange d'éther α et γ cyanés qu'on sépare au moyen du carbonate de soude.

» Le γ-cyanacétoacétate de méthyle, rectifié récemment, se présente sous la forme d'un liquide assez épais, incolore, mais jaunissant rapidement. Il bout à 217°-218° à la pression normale, et à 127°-128° ($H = 20^{mm}$ à 30^{mm}). Il ne cristallise pas, même à une température très basse.

» Comme l'éther éthylé, ce corps renferme encore un peu du composé chloré qui lui a donné naissance et qu'il est impossible d'éliminer.

» *Action de l'acide chlorhydrique au sein de l'alcool méthylique.* — On opère dans les mêmes conditions que celles indiquées à propos de l'éther éthylé. On obtient une abondante cristallisation de prismes blancs enchevêtrés, fondant à 144° en se décomposant. On peut envisager ce corps comme le chlorhydrate d'éther imidé de l'acétone-dicarbonate de méthyle, plus une molécule d'acide chlorhydrique

$$CAz.CH^2.CO.CH^2.CO^2CH^3 + CH^3OH + 2HCl = C^7H^{13}Cl^2AzO^4.$$

» Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool. La potasse, l'alcool acidulé, l'azotate d'argent se comportent à l'égard de ce corps comme avec son analogue dérivé du γ-cyanacétoacétate d'éthyle.

» Les recherches que nous venons d'exposer nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

» 1° Le γ-cyanacétoacétate d'éthyle traité par l'alcool saturé d'acide

chlorhydrique se comporte, dans certaines conditions, comme un éther cyané à fonction acétonique et fournit un chlorhydrate d'éther imidé susceptible de donner naissance à l'éther acétone-dicarbonique.

» 2° Le même éther, ainsi que son homologue inférieur, traités par de l'alcool méthylique chlorhydrique, fournissent, en quantité pour ainsi dire théorique, des corps qui répondent à la composition de chlorhydrates d'éthers imidés chlorés. La formation de ces dérivés chlorés ne peut s'interpréter que de la façon suivante : il faut admettre que dans les conditions de l'expérience, l'éther γ-cyanacétoacétique subit une transposition moléculaire par suite de laquelle il fonctionne comme une molécule non saturée. La réaction peut alors se traduire

$$CH^3.CO^2.CH^2.COH = CH.CAz + 2HCl + CH^3OH$$

$$= CH^3.CO^2.CH^2.CHOH.CHCl.C\begin{cases}AzHHCl \\ OCH^3\end{cases}$$

ou

$$CH^3.CO^2.CH = COH - CH^2.CAz + 2HCl + CH^3OH$$

$$= CH^3.CO^2.CHCl.CHOH.CH^2.C\begin{cases}AzHHCl \\ OCH^3\end{cases}.$$

Ces formules montrent, en effet, qu'une molécule d'acide chlorhydrique peut facilement être éliminée par l'azotate d'argent, tandis que la seconde fait partie intégrante de l'éther.

» Cette manière de traduire les réactions étudiées permet aussi de saisir la raison pour laquelle ces corps ne fournissent point d'éther acétone-dicarbonique.

» Dans une prochaine Communication, nous donnerons les conditions dans lesquelles cet éther se produit, et comment nous avons réussi à faire des quantités notables d'acide citrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les conditions de la progression des isopropylamines. Limite à la progression et développement du propylène.* Note de MM. **H.** et **A. Malbot**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons opéré avec de l'iodure d'isopropyle et de l'ammoniaque aqueuse, en proportion équimoléculaire :

» 1° A la température ambiante ; 2° à 100° ; 3° au-dessus de 100°.

» Nous avons opéré aussi sur le chlorure d'isopropyle, vers 140°.

» Nous avons aussi déterminé l'influence de la température sur la *progression* des isopropylamines et assigné les conditions de la limite à cette progression.

» I. *Action de l'iodure d'isopropyle sur l'ammoniaque aqueuse très concentrée, en proportion équimoléculaire, à la température ambiante.* — Cette action est lente, mais elle est complète. L'iodure d'isopropyle se transforme presque intégralement en iodhydrate de monoisopropylamine, sans quantité sensible d'iodhydrate de diisopropylamine.

» On peut donc dire que, dans ces conditions, la progression s'arrête au premier terme des isopropylamines.

» II. *Action de l'iodure d'isopropyle sur l'ammoniaque aqueuse très concentrée, en proportion équimoléculaire, à* 100°. — Cette action est assez lente : elle dure quatre jours environ, pour être complète. On obtient beaucoup d'iodhydrate de monoisopropylamine avec un peu d'iodhydrate de diisopropylamine.

» L'iodhydrate d'ammoniaque, qui faisait défaut, quand on opérait à froid, devient ici abondant. Il dépasse même alors de beaucoup la proportion qui correspondrait à l'iodhydrate de diisopropylamine. Sa formation est corrélative, en partie, d'une élimination du propylène. Le propylène fournit un caractère précieux, qui s'accentuera dans les expériences suivantes.

» III. *Action de l'iodure d'isopropyle sur l'ammoniaque aqueuse, en proportion équimoléculaire, au-dessus de* 100°. — Nous avons fait deux expériences : l'une, plus rapide, à 155°-140° ; l'autre, plus lente, à 130°-120°.

» Dans ces deux expériences, il se forme principalement de l'iodhydrate de monoisopropylamine, avec une quantité notable, quoique assez faible, d'iodhydrate de diisopropylamine.

» La proportion d'iodhydrate de diisopropylamine est sensiblement la même dans les deux expériences, mais la quantité de propylène est beaucoup plus considérable dans la première, parce que la température a été plus élevée. La comparaison de ces deux expériences montre que la proportion d'iodhydrate de diisopropylamine ne croît plus au delà d'une certaine valeur. Elle est limitée par le travail de destruction et de reconstruction de la diisopropylamine, à l'état de sel, en présence de l'iodure d'isopropyle. L'élimination du propylène en est la conséquence.

» IV. *Conclusions d'ensemble sur les expériences relatives à l'iodure d'isopropyle.* — 1° A la température ordinaire, la progression ne dépasse pas

sensiblement le premier terme des isopropylamines; mais la transformation est totale;

» 2° A 100°, la progression arrive nettement au second terme; mais on constate déjà la formation du propylène;

» 3° Au-dessus de 100°, la progression arrive plus rapidement au second terme, mais sans que la proportion d'iodhydrate de diisopropylamine puisse dépasser une certaine limite.

» La proportion de propylène est d'autant plus forte qu'on opère à une température plus haute.

» La raison en est due à ce que le travail de *reproduction* de la diisopropylamine et l'élimination corrélative du propylène commencent plus tôt et portent sur plus de matière.

» V. *Action du chlorure d'isopropyle sur l'ammoniaque aqueuse, vers* 140°. — La progression arrive nettement encore au second terme; mais la transformation est loin d'être totale, parce que les isopropylamines formées sont en partie libres et ont peu d'affinité pour l'éther.

» C'est là une différence très importante avec l'iodure d'isopropyle. Cependant le mode d'action des deux éthers est le même. Ils procèdent tous deux par simple union à l'ammoniaque et à l'isopropylamine, mais avec des énergies différentes.

» VI. *Conclusions d'ensemble sur les expériences relatives à l'iodure et au chlorure d'isopropyle.* — En considérant l'ensemble des expériences, on voit que le chlorure d'isopropyle s'écarte de l'iodure d'isopropyle pour se rapprocher des chlorures orthopropylique, isobutylique, isoamylique, qui fournissent des amines libres.

» Mais il y a cette différence essentielle, c'est qu'on obtient facilement la triorthopropylamine, la triisobutylamine, la triisoamylamine, alors qu'on ne peut aller au delà de la diisopropylamine.

» Il sera intéressant, dans cet ordre de faits, de déterminer exactement l'influence du radical alcoolique secondaire qui entre dans les isopropylamines [1]. »

---

[1] Ces recherches seront exposées, en détail, dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

ZOOLOGIE. — *Le parasite du Hanneton.* Note de M. **Le Moult**, présentée par M. Émile Blanchard.

« Le *Bulletin scientifique de France et de Belgique* a publié, en 1888 et 1889, la traduction d'une étude intitulée : *De insectorum morbis qui fungis parasitis efficientur,* par M. Krassilstschik de l'Université d'Odessa, ainsi qu'une analyse critique de cette étude, par M. Giard, professeur à la Sorbonne.

» Il résulte de cette publication que M. le professeur Metschnikoff a découvert, en 1878, dans les larves de l'*Anisoplia austriaca* (ou Hanneton du blé), une affection bactérienne et une *muscardine verte,* provoquée par un Champignon du genre *Isaria,* qu'il nomme *Isaria destructor*.

» Cette muscardine présentait beaucoup d'analogie avec celle du ver à soie et permettait de supposer une propagation facile.

» M. Cienkowsky affirmait, de plus, la possibilité d'une culture de l'*Isaria* en dehors de l'organisme vivant, et, en effet, cette culture fut obtenue dans de la trempe de bière de maïs par M. le professeur Metschnikoff, aidé des conseils de M. Verigo, chimiste à Odessa.

» En 1884, M. Krassilstschik, s'inspirant des travaux de M. Metschnikoff et de ses propres découvertes, réussissait à produire artificiellement l'*Isaria destructor* et, ayant obtenu une certaine quantité de spores absolument pures de ce champignon, les répandait dans un terrain infesté par le *Cleonus punctiventris,* coléoptère ravageur de betteraves, et pouvait constater des destructions épidémiques bien nettes frappant, au bout de quinze jours, de 55 pour 100 jusqu'à 80 pour 100 de ces insectes.

» La lecture de cette publication nous suggéra l'idée de rechercher si le principe découvert par les savants russes ne trouverait pas également son application contre le Hanneton, qui cause en France de si grands dégâts, et nous nous décidâmes à rechercher le parasite même du Hanneton.

» Le canton de Gorron ne se prêtait pas à nos expériences, car la sortie des Hannetons ayant eu lieu cette année, la terre ne contenait que des œufs dont l'éclosion n'était pas encore commencée. Mais à Céaucé, dans l'Orne, nous possédons un autre syndicat et avec lui un vaste champ d'expériences, et c'est sur le territoire de cette commune que, après bien des fouilles, nous eûmes la satisfaction de trouver ce que nous cherchions, c'est-à-dire le parasite du Hanneton.

» Dans une prairie très inclinée, dépendant de La Pierre, propriété de

M. Le Marchant, les larves du Hanneton se trouvaient en si grand nombre que la récolte du foin avait été à peu près nulle et que le gazon s'enlevait partout à la main avec la plus grande facilité.

» Au nombre des larves que nous avons mises à découvert, le 28 juin dernier, nous en avons trouvé dont la mort était de date récente, et qui présentaient cette particularité qu'elles étaient complètement couvertes d'une sorte de moisissure blanche qui non seulement envahissait tout le corps de l'insecte, mais se développait, en outre, dans tous les sens, à travers la terre. La proportion des vers atteints par rapport aux vers sains était d'environ 10 pour 100.

» M. Giard, que nous mîmes aussitôt au courant de notre découverte, nous assura que nous avions mis la main sur un fait très intéressant et nous engagea à continuer nos expériences et, notamment, à mettre des vers momifiés au contact de vers sains : ce qui fut fait.

» Moins de quinze jours après, tous nos vers avaient contracté la maladie et présentaient absolument le même aspect que ceux que nous avions découverts dans la prairie de Céaucé.

» Le 10 septembre, c'est-à-dire plus de deux mois après notre première observation, nous fîmes un nouveau voyage à Céaucé et de nouvelles fouilles dans le terrain réservé. Cette fois, nous eûmes la satisfaction de constater que les vers malades se rencontraient en bien plus grand nombre et que leur proportion qui, au mois de juillet, était de 10 pour 100 se trouvait avoir atteint 60 à 70 pour 100.

» De plus, les vers n'ayant pas encore succombé présentaient une coloration différant essentiellement de ce que l'on remarque habituellement. Enfin, il n'est pas jusqu'à l'aspect général de la prairie qui n'eût subi une transformation complète. L'herbe ne s'arrachait plus à la main; des racines nouvelles s'étaient formées.

» Que conclure de cette observation, sinon que le parasite ayant fait périr la plupart des vers blancs dans la prairie de M. Le Marchant, et les autres portant déjà le germe de la maladie, l'herbe a pu repousser, tandis que dans la prairie voisine les larves ont continué leurs ravages.

» Nous avons renouvelé notre expérience de cabinet en mettant des vers sains au contact des vers momifiés. Cette fois, moins de huit jours ont suffi pour faire périr tous les vers, et il nous a été possible de suivre, notamment sur l'un d'eux, tous les progrès de la maladie.

» Habituellement, les vers blancs noircissent immédiatement après leur mort et se vident, ne laissant plus que la tête et la peau.

» Chez les vers parasites il n'en est pas ainsi : le corps reste bombé et conserve sa forme; mais, sous la peau, on remarque une teinte rosée qui nous sert, depuis, à reconnaître *a priori* les vers malades. Bientôt cette teinte devient moins prononcée et, à travers la peau, on commence à constater la présence des champignons. Puis, enfin, ceux-ci percent la peau d'abord près de la tête et envahissent peu à peu le thorax, l'abdomen et couvrent enfin tout le corps de l'insecte.

» Le 28 septembre, nous avons fait un nouveau voyage à Céaucé : cette fois, il nous a été presque impossible de trouver des vers vivants, tandis que les vers parasités se rencontraient en très grand nombre.

» Leur présence nous était toujours signalée par de longues traînées blanches s'écartant jusqu'à 7^{cm} ou 8^{cm} et parfois davantage du ver contaminé. Ces traînées semblaient se développer ainsi vers de nouvelles larves auxquelles la maladie ne tarderait pas à être communiquée par le seul contact des spores du parasite.

» Nous avons également recueilli un certain nombre de larves mortes, mais ne laissant pas apercevoir le parasite. Toutes ces larves possédaient la coloration rosée dont nous parlons plus haut, et, dès le lendemain, dans notre cabinet, on pouvait voir s'effectuer la sortie du champignon.

» Toutes ces observations nous paraissent suffisamment concluantes; il ne nous reste qu'une chose à déterminer : c'est la nature du parasite découvert. Cette détermination obtenue, nous entreprendrons la culture artificielle de ce champignon et ferons des essais d'infestation sur des terrains où la présence des vers blancs nous aura été signalée. »

BOTANIQUE. — *Sur les moisissures du cuivre et du bronze.* Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Duchartre.

« Beaucoup de phénomènes que l'on attribuait autrefois à des actions chimiques, physiques ou mécaniques, sont aujourd'hui, grâce à l'étude plus approfondie des êtres vivants inférieurs, rentrés dans le domaine de la Physiologie.

» De nombreuses observations ont démontré que ces êtres inférieurs peuvent se développer dans des milieux que l'on croyait absolument impropres à toute manifestation vitale.

» Dans ces temps derniers j'ai pu observer, dans des solutions de sulfate de cuivre concentrées, neutralisées par l'ammoniaque et servant à

l'immersion des plaques gélatinées employées en photogravure, des flocons blanchâtres de mycélium cloisonnés, présentant de grandes analogies avec ceux des *Penicillium* et des *Aspergillus*. Ces mycéliums se développent rapidement et fructifient dans le liquide de Raulin, tandis qu'ils restent à l'état de mycéliums dans les solutions cupriques [1].

» Si l'on verse sur une pièce de monnaie de bronze, préalablement décapée à l'acide azotique et bien lavée, une solution neutre de sulfate de cuivre renfermant ces mycéliums et que l'on place cette pièce sous une cloche humide pour éviter une évaporation trop rapide, on ne tarde pas à voir la solution changer de couleur dans les points où se trouvent rassemblés les mycéliums. Lorsque le liquide cuprique est complètement évaporé, la surface de la pièce de bronze est parsemée de taches d'un vert malachite caractéristique, semblable à la patine du plus beau bronze antique. Ces taches correspondent précisément aux points où les flocons de mycéliums s'étaient déposés.

» Parfois on observe une seule tache verte d'hydrocarbonate de cuivre, au niveau du point où se trouvait un flocon, le reste de la surface étant seulement recouvert par le sulfate de cuivre non modifié, qui a conservé sa coloration bleue et s'est simplement déposé sur la pièce de bronze par évaporation du liquide.

» Les pièces qui accompagnent cette Note montrent très nettement le phénomène que nous décrivons.

» Pour acquérir la certitude complète que la transformation en malachite du sulfate de cuivre, en contact avec la monnaie de bronze, était bien due à l'activité vitale de notre moisissure, nous avons stérilisé à l'autoclave d'autres pièces de bronze et une partie du liquide renfermant les mycéliums. Le sulfate de cuivre s'est déposé sans altération, et nous n'avons vu se produire en aucun point la teinte verte du bronze antique.

» La présence du cuivre ou du bronze métallique n'est pas indispensable pour la transformation du sulfate de cuivre en hydrocarbonate par les moisissures : il suffit que le liquide de culture soit mis en contact avec un corps qui s'oppose à ce que la réaction du milieu de culture devienne

---

(1) L'étude morphologique de ce Champignon, dont M. Lachmann a bien voulu se charger, n'est pas assez avancée pour qu'il soit possible de décider si ce mycélium appartient au *Penicillium glaucum* dont on a déjà signalé la présence dans des solutions cupriques, ou à une espèce nouvelle, comme sembleraient l'indiquer certains caractères relevés par notre collègue en botanique.

acide. Les deux fragments de marbre, qui accompagnent les pièces de monnaie, montrent que la solution a pris une teinte verte très manifeste sur l'un d'eux qui avait été imprégné de solution non stérilisée, tandis que l'autre présente une coloration bleue indiquant que le sulfate de cuivre n'a pas été modifié.

» Ces faits sont intéressants parce qu'ils montrent bien avec quelle énergie les êtres vivants peuvent agir sur la matière inorganique, et combien il est important de tenir compte de leur activité dans certains phénomènes, qui paraissent être du domaine des réactions des corps bruts, et particulièrement dans les causes d'altération des métaux et dans la formation de certains corps minéraux [1]. »

ANTHROPOLOGIE. — *Étude sur les ateliers de polissage néolithiques de la vallée du Lunain et sur le régime des eaux à l'époque de la pierre polie.* Note de M. **Armand Viré**, présentée par M. de Quatrefages.

« Plusieurs des stations préhistoriques de la vallée du Lunain (Seine-et-Marne) [2], dans le cours moyen de la rivière et sur la rive droite, sont situées au milieu d'un banc de sables et de grès tertiaires qui se rattache à celui de Fontainebleau et de Nemours.

» Comme le grès dur est une excellente matière pour polir le silex, il était naturel de penser qu'aux temps néolithiques plusieurs de ces rochers avaient servi au polissage des haches. Mais jusqu'ici un seul avait été signalé, la *Roche-au-Diable*.

» Nous venons d'en trouver dix autres, ce qui, croyons-nous, constitue avec les polissoirs du gué de Beaumoulin, près de Nemours, un des groupements les plus remarquables que l'on connaisse.

» Un seul de ces polissoirs est situé dans la vallée, comme la Roche-au-Diable, tous les autres étant sur le plateau, non loin du bord de la vallée. Huit d'entre eux sont en grès dur, à grain fin et serré (cliquart), les deux autres étant en grès tendre ordinaire.

» Les deux premiers sont situés près du hameau des Gros-Ormes, commune de

---

[1] Laboratoire de Physiologie générale et comparée de la Faculté des Sciences de Lyon.

[2] Voir *Comptes rendus*, t. CIX, n° 1 (1er juillet 1889).

Lorrez-le-Bocage (Seine-et-Marne), à 800^m de l'importante station des Pierrières que nous avons déjà signalée.

» Le premier a la forme d'un ellipsoïde irrégulier dont les axes ont $1^m,60$ et 1^m et qui s'élève de 70^{cm} au-dessus du sol. Il porte cinq rainures en forme de cuvettes, produites par le plat des haches, et quatre rainures en forme de fuseaux allongés produites par les côtés des haches.

» Les premières ont de 20^{cm} à 24^{cm} de long et 12^{cm} de large, les dernières ont de 24^{cm} à 35^{cm} de long, de 5^{cm} à 8^{cm} de large et de 3^{cm} à 6^{cm} de profondeur.

» La surface des unes et des autres est d'un poli absolument parfait. Sur tout le rocher on remarque en outre des traces de frottement tout aussi nettes, mais bien moins développées que les rainures principales.

» Le second, à 165^m au nord du premier, ne porte qu'une seule rainure et une petite surface plane.

» Nous signalerons parmi les pièces les plus remarquables trouvées près de ces polissoirs une belle hache en *grès lustré* de 10^{cm} de long, 5^{cm} de large et 3^{cm} d'épaisseur, complètement polie, intacte, et à section d'un ovale parfait.

» Le troisième polissoir, situé sur le territoire de Paley, près du moulin de l'*Hôpital*, est un gros rocher de 2^m sur $1^m,40$ et $0^m,90$ de hauteur, qui porte quatre grandes rainures produites par les côtés des haches, deux cuvettes produites par leur plat, et une grande surface plane. Il est dans la vallée.

» Le Lunain passe à environ 80^m de là, et il est fort probable que les polisseurs de silex de cet endroit allaient chercher à la rivière l'eau nécessaire à leur industrie, car nous avons trouvé au pied de ce rocher trois fragments de poterie préhistorique, l'un noir, les deux autres rouges, à pâte grossière, mal cuite et remplie de gravier.

» On nous signale au même endroit, mais sur la pente, cinq autres polissoirs. Nous ne les faisons pas entrer en ligne de compte et nous ne les décrivons pas, car nous ne les avons pas encore vérifiés.

» Les sept polissoirs suivants sont situés entre Ténières et la Noue-Blondeau, à l'endroit le plus pittoresque du plateau.

» Le premier ne présente qu'une seule rainure, assez profonde; le deuxième une surface plane, de 45^{cm} sur 15^{cm} dans ses plus grandes dimensions.

» Le troisième porte une vaste surface plane de 40^{cm} sur 30^{cm}, et une belle rainure de 34^{cm} de longueur.

» Le quatrième, à 2^m du précédent, porte une rainure en forme de cuvette allongée de dimensions inusitées : 60^{cm} de long, 20^{cm} de large et 8^{cm} dans sa plus grande profondeur.

» Le cinquième est le plus beau de tous : il a dû servir pendant fort longtemps, car toute la partie supérieure du bloc de grès a été frottée et usée et ne forme plus qu'une seule surface horizontale, presque plane et polie comme le plus beau marbre et sur laquelle on distingue à peine, et seulement au toucher, les traces de six rainures dont cinq provenant des côtés des haches et une de leur plat.

» Le sixième, à quelques pas plus loin, est identique au précédent, sauf que la surface plane, au lieu d'être horizontale, est très inclinée sur la verticale.

» Enfin le septième, situé à 150^m au sud-est du beau menhir de la Pierre-Fitte, porte une surface plane et polie de 70^{cm} sur 30^{cm}.

» Tels sont ces ateliers de polissage qui se développent sur une longueur de 2500^{m} environ et qui ont servi certainement à polir presque toutes les haches de cette contrée, car dans les stations de la vallée supérieure il n'existe aucune roche propre au polissage.

» Nous nous sommes demandé pourquoi la grande majorité de ces polissoirs se trouvait sur la colline et non dans la vallée, où il semble tout d'abord qu'il eût été plus naturel d'établir les ateliers, car on y eût trouvé des grès en quantité plus que suffisante et de l'eau bien plus abondamment.

» Était-ce donc que les crues du Lunain rendaient la vallée inhabitable au moins à une certaine époque de l'année?

» Nous ne le pensons pas, et nous avons au contraire tout lieu de croire que les crues étaient alors moins fortes qu'à l'heure actuelle.

» Et, en effet, les plateaux aujourd'hui dénudés pour la culture étaient couverts de bois : au lieu de s'écouler tout d'un coup dans le fond de la vallée en causant des débordements au printemps, et laissant la rivière presque à sec en été, les eaux provenant des grandes pluies et de la fonte des neiges s'emmagasinaient dans la mousse et les racines des arbres et filtraient peu à peu dans le sol en formant des sources nombreuses et intarissables. Et ceci n'est pas une simple conjecture. Car, sans parler des deux minces sources qui existent encore dans les pentes de Ténières, voici que sur le plateau même de la Noue-Blondeau nous venons de constater les traces d'une ancienne source depuis longtemps disparue.

» Nous avons trouvé une couche de tuf, évidemment d'origine fontigénique, dont la base est quaternaire et la partie supérieure contemporaine de l'homme civilisé, comme le témoignent les fragments de briques qu'on y rencontre.

» C'est un calcaire blanc ou jaunâtre, qui empâte tous les débris du sol, calcaire de Château-Landon, quartz, boue, sable, charbon, débris de brique, et, de place en place, des couches de feuilles, de menus branchages, des herbes et des graminées.

» Beaucoup de végétaux n'ont pas été simplement incrustés dans le tuf, mais ont subi une véritable pétrification, se sont transformés en carbonate de chaux, tout en conservant leur forme et parfois leur couleur, tandis que d'autres fragments ne sont encore que carbonisés ou même moins décomposés. Il est donc incontestable qu'il existait là une ou plusieurs sources et il est raisonnable de penser que c'est de là, plutôt que de la rivière, que les polisseurs de silex tiraient l'eau nécessaire à leur industrie.

» Dès lors, il n'est pas étonnant qu'ils aient établi leurs campements et leurs ateliers sur les plateaux bordés de deux ou trois côtés par des pentes assez raides et dans une position bien plus facile à défendre que la vallée contre leurs ennemis, hommes ou bêtes sauvages. »

GÉOLOGIE. — *Sur la formation des accidents de terrain appelés* rideaux. Note de M. **A. de Lapparent**, présentée par M. Daubrée.

« Dans la séance du 7 juillet 1890, M. Henri Lasne a présenté à l'Académie une Note sur la formation des brusques ressauts de terrain qui interrompent la pente des vallées dans le nord de la France, où ces accidents sont connus sous le nom de *rideaux*. M. Lasne y voit la trace de glissements, accomplis le long des diaclases ou fentes du terrain de craie, et déterminés par des affaissements dont la cause doit être cherchée dans la dissolution de la craie par les nappes d'eau qu'elle emmagasine.

» Ayant, depuis de longues années, étudié le phénomène des rideaux, non seulement dans la région picarde, mais dans le nord-est et l'est de la France, je suis arrivé à des conclusions tout à fait différentes, que je demande la permission d'exposer brièvement.

» En premier lieu, la corrélation remarquée entre les directions des rideaux et celle des diaclases ne saurait rien prouver. Les rideaux étant parallèles aux divers éléments de chaque vallon et ceux-ci, comme l'a démontré M. Daubrée, reproduisant toujours les principales directions de fissures, il est naturel que ces dernières se retrouvent aussi dans les ressauts en question.

» Ensuite, je puis attester que des rideaux bien caractérisés se rencontrent, dans les mêmes conditions de nombre et de parallélisme, sur les affleurements oolithiques des Ardennes et de la Lorraine ; enfin qu'on en observe aussi des séries très nettes, par exemple entre Rethel et Saulces, sur des affleurements argileux comme celui du gault ; toutes formations où la dissolution par les nappes d'eau ne saurait s'exercer comme M. Lasne l'admet, bien gratuitement d'ailleurs, pour la craie.

» De plus, les rideaux sont exclusivement concentrés sur les bandes de terre labourée ; ils ne pénètrent pas dans les bois adjacents et, lorsqu'un versant s'aplatit, de manière à permettre le labourage en lignes suivant la pente, il n'est pas rare de voir succéder, à une série de rideaux parallèles au thalweg, une autre qui lui est perpendiculaire.

» De là peut se déduire l'explication très simple du phénomène : *les rideaux sont l'effet de la régularisation, par le labourage, de tous les accidents naturels qui interrompent la régularité de la pente d'un versant.* Ces accidents consisteront le plus souvent dans les différences de dureté : quelquefois l'affleurement d'une diaclase pourra s'y manifester ; d'autres fois, ils résulteront d'un ancien éboulement.

» Il convient d'ailleurs de remarquer que tous les versants un peu inclinés des vallées picardes étaient originairement boisés ; que l'effet du labourage est toujours de créer un gradin rectiligne à la jonction d'une terre et d'un bois ; et qu'ainsi le défrichement progressif a dû amener l'adjonction, aux terres labourées du thalweg, de bandes successives, quelquefois très étroites, chacune marquant un progrès nouveau de la culture.

» Sur les terres argileuses des environs de Saulces, les rideaux ne se manifestent que là où les terres sont labourées. A la rencontre d'une prairie, ils s'interrompent, ou du moins ne se traduisent plus que par une ligne mal définie de bossellements ; il est clair que c'est une ligne de ce genre qui, régularisée par la charrue, a donné naissance au rideau.

» Enfin, on s'explique sans peine que ces accidents soient tout particulièrement développés dans les vallées picardes. Leur production en grand exige, d'une part, un terrain homogène sur une grande épaisseur, de l'autre, une formation qui puisse donner, à la fois, un *versant à peu près continu* et une pente assez raide pour que la culture n'y soit commode qu'en lignes parallèles au thalweg. De tous les terrains, la craie est celui qui réalise le mieux ces diverses conditions. »

GÉOLOGIE. — *Contribution expérimentale à l'histoire des dendrites de manganèse.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Depuis plusieurs années, je poursuis l'étude des réactions qui se développent au contact de solutions métalliques et de fragments de carbonate de chaux. Le ruissellement sur des roches calcaires de maints produits dérivés des gîtes métallifères réalise à chaque instant dans la nature des conditions analogues et donne aux produits artificiellement obtenus une signification géologique qui en augmente très évidemment l'intérêt. C'est ainsi que le mode opératoire dont il s'agit paraît avoir jeté du jour sur l'histoire des amas de limonite et sur ceux de bauxite, en même temps que sur l'origine du gypse dans certaines de ses situations stratigraphiques.

» A la même série appartient sans doute la production des variétés d'oxyde hydraté de manganèse qui, sous la forme de dendrites ou sous celle d'enduits continus dont le type est le wad des mers profondes, se rencontre dans un si grand nombre de conditions, et l'on pouvait ne pas prévoir les particularités qui la concernent.

» En effet, tandis que l'immersion du calcaire dans la solution aqueuse du sulfate de fer détermine très rapidement le dépôt de l'hydrate ferrique ou limonite, rien de comparable à un dépôt d'acerdèse n'est la conséquence du contact avec le carbonate de chaux des solutions de sulfate de manganèse : on peut laisser les choses à elles-mêmes pendant des semaines et des mois sans que la moindre trace d'oxyde noir ou d'un produit analogue se manifeste.

» La raison de cette singularité me parut devoir être fournie avant tout par l'analyse de la matière constitutive des dendrites, et je m'aperçus que bien peu de recherches ont été faites jusqu'ici dans ce sens. Je choisis des dendrites de manganèse bien noires et se montrant à la loupe constituées par la réunion de particules anguleuses qui sont très vraisemblablement des cristaux juxtaposés en séries linéaires. Il est souvent malaisé d'isoler exactement la matière noire des particules provenant de la roche qui supporte les dendrites et dont on les sépare avec une pointe dure; toutefois, il est facile de tenir compte de ces impuretés et d'en faire abstraction dans le calcul des analyses.

» Ceci posé, un premier fait est remarquable : c'est qu'aucune des dendrites examinées ne consistait en hydrate de manganèse pur; constamment le fer y était intimement associé et en proportion très notable. Voici quelques chiffres :

	I.	II.	III.	IV.
Oxyde de manganèse (Mn^2O^3)	77,2	76,3	75,9	75,2
Oxyde de fer (Fe^2O^3)	4,7	6,3	7,9	7,8
Eau	18,1	16,4	16,2	17,0

» I. Dendrites sur des marnes à fers de lance de Pantin (Seine).

» II. Dendrites sur le grès calcarifère d'Orsay (Seine-et-Oise).

» III. Dendrites sur le calcaire compact des caillasses d'Issy (Seine).

» IV. Dendrites sur le calcaire jurassique de Lussac (Vienne) [1].

---

[1] On remarquera l'analogie de ces résultats avec ceux que Berthier a obtenus dans l'analyse de la groroïlite. M. G. di Boccard a récemment trouvé dans une dendrite de Monte Merlo : Mn^2O^3 75,51, Fe^2O^3 6,80, HO 17,69 (*Rivista di Mineralogia e Cristallografia italiana,* mars 1889).

» Dans plusieurs cas, les dendrites noires étaient associées à des bariolures ocreuses plus ou moins foncées, trahissant la présence du fer, et c'est en conséquence de ces observations que je recommençai les expériences, en remplaçant la solution de sulfate de manganèse par une liqueur où ce sel fut mélangé à une proportion plus ou moins grande de sulfate de fer.

» Dès ce moment, le manganèse cessa de se refuser aux précipitations, et des enduits noirs s'associèrent aux dépôts ocreux à la surface du calcaire. Un grand nombre d'essais ont été faits parallèlement sur du marbre de Carrare, de la pierre lithographique de Solenhofen et du calcaire grossier de Puteaux, près Paris, avec des mélanges des deux sulfates en proportions variées.

» Il suffit de très petites quantités de fer pour déterminer la précipitation de l'hydrate de manganèse. Celui-ci, tout en conservant d'une manière nécessaire une faible proportion de fer combiné, se sépare des dépôts ocreux, soit en grains plus ou moins cristallins à leur contact, soit en taches disposées sur des parties de la pierre qui ne s'est pas rubéfiée. Un fragment de marbre étant placé dans une conserve de verre au sein de la solution saline, on voit généralement la limonite se déposer *sur* la pierre et l'acerdèse *dessous*, sauf dans les points où le contact est trop intime avec la paroi de verre. Dans d'autres cas, on verra la limonite prendre encore la situation supérieure, et la matière noire se déposer le long des cassures plus ou moins verticales qui limitent les échantillons.

» Cette matière noire, très adhérente à la roche, manifeste ordinairement l'allure observée pour les dendrites naturelles : son dépôt, commencé en certains points d'élection, irradie autour d'eux avec un développement inégal dans les différentes directions. Il s'étale sous la forme de taches très variables dans leurs contours et plus d'une fois disposées en arborisations, rappelant de très près les modèles qu'on se proposait d'imiter.

» Volontiers les dendrites artificielles se propagent dans les fissures des roches, pourvu que ces solutions de continuité ne soient pas trop étroites, et la forme des taches noires est alors la même sur les deux parois qui se regardaient : disposition souvent réalisée à la superficie des blocs de roches. Enfin j'ai cimenté en grès des sables quartzeux mélangés préalablement de poussière calcaire.

» Il semble que les faits qui précèdent, outre le bénéfice d'une nouvelle synthèse, procurent une notion intéressante en ce qui concerne une sorte d'entraînement par le fer, du manganèse inerte quand il est seul, en pré-

sence du carbonate de chaux. C'est comme si la couperose verte, en s'oxydant, rompait un équilibre préexistant et mettait en train une combinaison à laquelle elle ne prend qu'une part très restreinte.

» Outre les dendrites, j'ai obtenu des dépôts noirs continus comparables au wad, de sorte que la réaction étudiée paraît devoir se réaliser dans les abîmes sous-marins; il importe, d'ailleurs, d'ajouter à cet égard qu'on ne saurait remplacer les sulfates métalliques par les chlorures correspondants : aucune trace d'acerdèse n'a pu ainsi être précipitée. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 octobre 1890.

Histoire de la comté d'Auvergne et de sa capitale Vic-le-Comte; par J.-B.-M. Biélawski. Yssoire, Ferdinand Caffard, 1887; 1 vol. in-8°.

Récits d'un touriste auvergnat; par J.-B.-M. Biélawski. Yssoire, Claudius Caffard, 1887; 1 vol. gr. in-8°.

Traité clinique des maladies du cœur; par le Dr P. Duroziez. Paris, G. Steinheil, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Notice sur le nouveau réseau téléphonique militaire d'Anvers; par J. Ooms, br. in-4°. (Deux exemplaires.)

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, LXVIe année, 1890. Épinal, E. Busy, 1890; 1 vol. in-8°.

Tables alphabétiques des 28 volumes des Annales de la Société d'émulation des Vosges publiés de 1860 à 1889, dressées par C. Claudot; br. in-8°.

Mémoires et Comptes rendus de la Société royale du Canada pour l'année 1889, tome VII. Montréal, Dawson Brothers, 1890; 1 vol. in-4°.

Smithsonian Institution. — Proceedings of the United States national Mu-

seum, volume XII, 1889. Washington, Government printing office, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Prace matematyczno-fizyczne wydawane W. Warszawie przez S. DickSTEINA, WL. Gosiewskiego, Edw i WL. Natansonow, tome II, zeszyt II. Warsawa, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Herausgegeben von Jac. Moleschott, XIV Band. Giessen, Emil Roth, 1890; br. gr. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 novembre 1890.

G.-A. Hirn (1815-1890); br. in-4°.

Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1889 (publié par la Direction générale des Douanes). Paris, Imprimerie nationale, 1890; 1 vol. in-4°.

Répertoire chromatique; par Charles Lacouture. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; 1 vol. gr. in-4°. (Présenté par M. Cornu.)

Traité d'Électricité et de Magnétisme; par A. Vaschy. Paris, Baudry et Cie, 1890; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Les poisons de l'air; par N. Gréhant. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890; 1 vol. in-16. (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé au concours Montyon, Arts insalubres.)

Courte relation d'une visite à Bagnères-de-Bigorre; par le professeur Sirus-Pirondi. Marseille, Barlatier et Barthelet, 1890; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Traité de la diphtérie; par le Dr Delthil. Paris, Octave Doin, 1891; vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1888-1889. Rouen, Espérance Cagniard, 1890; 1 vol, in-8°.

Analyse microchimique; par Léon Bourgeois. (Extrait du *Dictionnaire de Chimie* de Wurtz); br. in-8°.

Silvio de Faveri. *Chevreul é la Chimica del suo tempo.* Firenze, Uffizio della Rassegna nazionale, 1890; br. in-8°.

Ricerche numeriche sulla latitudine del R. Osservatorio di Capodimonte; per A. Nobile. Parte terza : *Risultati degli anni* 1886-87-88. Napoli, tipografia della Regia Università, 1890; br. in-4°.

Un caso de extirpacion de la laringe; por el Dr D. JUAN CISNEROS Y SEVILLANO. Madrid, Fortanet, 1890; br. in-8°.

Annals of Mathematics. February, 1890. Office of publication University of Virginia, volume V, number 3; br. in-4°.

The collected mathematical Papers of ARTHUR CAYLEY; vol. III. Cambridge. at the University press, 1890; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the Royal astronomical Society, vol. XLIX, part II, 1887-89. London, Royal astronomical Society, 1890; br. in-4°.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, vol. XV (session 1887-88) and vol. XVI (session 1888-89); 2 vol. gr. in-8°.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh, vol. XXXIII, part III; vol. XXXV, part IV, 1888-1890; 5 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 NOVEMBRE 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles recherches sur la synthèse des rubis;* par MM. E. **Fremy** et A. **Verneuil** (quatrième Communication).

« Le Mémoire que je présente aujourd'hui, avec la collaboration de M. Verneuil, a pour but de faire connaître les modifications que nous avons introduites dans la production synthétique des rubis rhomboédriques. Les cristaux que nous plaçons sous les yeux de l'Académie indiquent l'état d'avancement de nos recherches.

» Notre but était de grossir nos cristaux de rubis et de nourrir des rubis *par voie sèche,* comme on nourrit d'autres cristaux *par voie humide.* C'est ce problème que nous croyons avoir résolu.

» Depuis notre dernière publication, nous avons introduit de grands changements dans nos expériences : au lieu d'employer de l'alumine absolument pure, nous faisons usage actuellement d'alumine alcalinisée par du

carbonate de potasse; cette addition d'alcali n'altère en rien la pureté des cristaux, comme nous l'avons constaté par de nombreuses analyses; la potasse facilite la cristallisation régulière des cristaux, leur donne une belle couleur et ne reste pas dans les rubis.

» Nous attachions, dans nos premiers essais, une grande importance à mêler intimement les substances qui doivent former les rubis; aujourd'hui nous trouvons de l'avantage à séparer l'alumine chromée et potassée du fluorure alcalino-terreux; les réactions qui engendrent les rubis se passent de cette façon entre les vapeurs et les gaz, ce qui est la condition de formation des rubis durs et rhomboédriques.

» Dans nos expériences précédentes, le temps de nos calcinations dépassait rarement vingt-quatre heures; il dure actuellement une semaine entière; nous voudrions même qu'il pût se prolonger pendant plusieurs mois : la longueur de la calcination exerce une grande influence sur la grosseur des cristaux de rubis.

» Des changements importants ont été opérés dans notre combustible et dans la nature de nos fours : le four à coke, que nous avons employé dans nos premières recherches, a été complètement abandonné et remplacé par le four à gaz, qui produit une température constante et très élevée : les creusets ne sont plus attaqués par les cendres du combustible; ceux que nous montrons à l'Académie ont été chauffés pendant une semaine à une chaleur dépassant 1300° et ne sont pas déformés.

» De toutes les améliorations introduites dans nos opérations, la plus utile est l'agrandissement de nos creusets. Nos expériences se faisaient autrefois dans de petits creusets de laboratoire, qui ne produisaient que quelques grammes de rubis : nous les avons remplacés par de grands creusets de plusieurs litres de capacité, que nous montrons à l'Académie et qui donnent souvent plus de 3^{kg} de rubis par chaque opération.

» Étant arrivés à ce point de la production des rubis, nos expériences ne pouvaient plus se réaliser dans notre laboratoire et exigeaient l'intervention de l'industrie. C'est alors que nous nous sommes adressés aux célèbres verriers MM. Appert, qui ont bien voulu, avec une complaisance parfaite, mettre à notre disposition leurs fours et leurs creusets. Ayant trouvé chez eux cette alliance précieuse de la science et de la pratique, nous sommes heureux d'exprimer à ces grands industriels tous nos sentiments de vive reconnaissance.

» C'est dans la belle usine de MM. Appert que nous avons produit nos plus gros cristaux de rubis; c'est là aussi que nous avons étudié les rapports qui existent entre le saphir et le rubis.

» On trouve, dans la nature, des rubis qui tournent au saphir et qui présentent, par places, des colorations bleues : nous avons reproduit ce phénomène dans nos expériences synthétiques. Nous trouvons souvent au milieu de nos cristaux roses de rubis des cristaux violets ou bleuâtres. Nous présentons même à l'Académie de belles plaques de cristaux qui sont roses d'un côté et bleues de l'autre côté.

» Ce fait semble résoudre les difficultés qui se sont élevées sur les causes de la coloration du saphir et celle du rubis. En voyant un même creuset produire à la fois des cristaux roses et bleues, il est difficile de ne pas croire que c'est le même métal, peut-être le chrome différemment oxydé, qui a formé les colorations du rubis et du saphir.

» Il nous restait encore une question intéressante à résoudre pour compléter la synthèse des rubis. Les cristaux de rubis que nous avons produits, qui présentent les caractères des rubis naturels, peuvent-ils, dans les applications industrielles, convenir aux mêmes usages ? ont-ils la dureté des pierres fines ? peut-on les employer dans la bijouterie et l'horlogerie ? La pratique seule pouvait répondre à ces questions. Un grand industriel très compétent, M. Taub, a bien voulu, à notre demande, faire tailler en roses nos petits rubis, que nous mettons sous les yeux de l'Académie, et soumettre à des lapidaires nos rubis non taillés, tels qu'ils sortent de nos creusets et qui peuvent être employés comme pivots dans la fabrication des montres : leur dureté a été trouvée comparable à celle des rubis naturels. »

CHIMIE. — *Étude de la fluorine de Quincié.* Note de MM. **Henri Becquerel** et **Henri Moissan**.

« On sait depuis longtemps que certaines variétés de fluorine dégagent, lorsqu'on les casse en fragments, une odeur caractéristique. Une variété bien connue des minéralogistes porte le nom de *fluorine autozonée*.

» Cette propriété curieuse de certains échantillons de fluorine avait, depuis longtemps, éveillé l'attention des chimistes. Herrgott [1] supposait que cette odeur pouvait provenir d'une petite quantité de fluor libre, Schauffhaütl [2], d'après ses expériences, crut démontrer, dans ces miné-

---

(1) *Bulletin de l'Académie de Vienne,* t. X, p. 296.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XLV, p. 345.

raux, l'existence d'acide hypochloreux. Schrœtter [1] établit nettement que ces variétés fournissent de l'ozone. Schœnbein [2] voulut voir dans ces phénomènes une relation entre la couleur et l'odeur du minéral, et y rencontrer une nouvelle preuve à l'appui de sa théorie de l'autozone. D'après lui, l'ozone se serait combiné au pigment pour fournir les diverses teintes de la fluorine, et l'autozone aurait été emprisonné dans la masse cristalline. Meissner [3] a repris cette étude en 1863. Quelques années après, M. Wyrouboff [4], dans un travail étendu, insista sur la présence de carbures d'hydrogène dans certaines variétés de fluorines odorantes. Enfin, M. O. Lœw [5] attribua l'odeur produite par la fluorine de Wolsendorf à la dissociation d'un perfluorure de cérium.

» A la suite des études de chacun de nous sur le fluorure de calcium, études physiques d'une part et études chimiques de l'autre, nous avons été naturellement amenés à reprendre en collaboration l'examen de ces fluorines odorantes.

» La fluorine qui a servi à nos expériences provient de Quincié, près Villefranche (Rhône). Cet échantillon appartient à la collection du Muséum d'Histoire naturelle et nous devons les fragments qui ont servi à nos recherches à la bienveillance de M. Des Cloizeaux, auquel nous sommes heureux d'adresser tous nos remerciements.

» Cette fluorine se présente en masses d'un violet foncé, formées d'un amas de cristaux enchevêtrés et traversés par quelques veines rougeâtres qui, sur certains points, présentent une apparence ocreuse. Sa densité est de 3,117. A l'analyse, elle a fourni les chiffres suivants :

Perte au rouge	2,10
Calcium	36,14
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	3,95
Silice	25,00

» La quantité de calcium indiquée ci-dessus correspondrait à 70,47 pour 100 de fluorure de calcium. Nous ajouterons aussi que cette sub-

---

(1) *Bulletin de l'Académie de Vienne*, t. XLI, p. 727; 1860.

(2) *Bulletin de l'Académie de Munich*, t. II, p. 283; 1865.

(3) *Untersuchungen über den Sauerstoff*. Hanovre, 1863.

(4) G. Wyrouboff, *Sur les substances colorantes des fluorines* (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. V, p. 334; 1866).

(5) *Deutsche chemisch. Gesellschaft*, t. XIV, p. 1144.

stance ne contient pas de manganèse en quantité appréciable à l'analyse chimique.

» Lorsque cette fluorine est concassée, elle dégage aussitôt une odeur pénétrante qui rappelle celle de l'ozone, mais qui se rapproche aussi de celle du fluor. L'un de nous a démontré que l'affinité de ce corps simple pour l'hydrogène est telle, qu'il décompose l'eau, à la température ordinaire, en donnant de l'acide fluorhydrique et de l'oxygène, qui est ozonisé. Aussi, lorsqu'une petite quantité de fluor se trouve répandue dans un gaz légèrement humide, perçoit-on de suite l'odeur de l'ozone, et en même temps une odeur particulière qui semble se rapprocher de celle de l'acide hypochloreux.

» La fluorine de Quincié fournit une odeur tout à fait comparable à celle qui se dégage de l'appareil à électrolyse dans la préparation du fluor. Nous ajouterons que cette odeur de l'ozone est tellement sensible qu'elle peut facilement déceler l'existence d'un millionième de ce composé dans un mélange gazeux. On comprend donc qu'une trace de fluor puisse être ainsi reconnue avec rapidité, et cette réaction organoleptique nous a amenés à faire les expériences suivantes :

» La fluorine de Quincié, broyée au mortier d'agate, au contact de l'air humide, fournit un gaz qui réagit de suite sur le papier ozonométrique. Un petit fragment mouillé par une solution très étendue d'iodure de potassium et d'empois d'amidon, et examiné ensuite sous le microscope, laisse dégager, lorsqu'on l'écrase, des bulles gazeuses. Autour de chaque bulle il se forme une coloration bleue intense, due à l'action de l'iode mis en liberté sur l'empois d'amidon.

» Cette fluorine, broyée avec du chlorure de sodium bien sec, fournit un dégagement très net de chlore. On peut condenser une petite quantité de ce gaz dans l'eau qui mouille la surface d'un verre de montre servant à recouvrir le mortier. Cette eau, traitée ensuite par l'azotate d'argent, fournit un précipité blanc insoluble dans l'acide azotique et soluble dans l'ammoniaque. Un fragment de fluorine, broyé isolément au mortier d'agate, ne produit pas, dans les mêmes conditions, de dégagement de chlore appréciable aux réactifs : ce qui est décisif.

» L'iode et le brome de l'iodure et du bromure de potassium sont de même mis en liberté.

» Cette fluorine, chauffée au-dessus du rouge sombre, décrépite, perd sa couleur, devient ocreuse et, refroidie, puis broyée au mortier d'agate, ne fournit plus aucune trace d'ozone. Mais, si, au contraire, cette fluo-

rine n'est portée qu'à 250° pendant une heure, température largement suffisante pour détruire l'ozone, elle produit encore, par son broyage, une réaction intense sur le papier ozonométrique. Ce fait nous semble bien démontrer que l'ozone n'est pas inclus dans le minéral, mais qu'il est produit par une réaction secondaire.

» Cette fluorine, réduite en fragments et chauffée dans un petit tube à essai, dépolit légèrement la surface interne de ce tube.

» La fluorine de Quincié, séchée à froid au préalable sur l'acide phosphorique, puis broyée avec du silicium porphyrisé, fournit une odeur piquante. Légèrement chauffé dans un tube à essai, ce mélange pulvérulent laisse dégager un gaz qui, au contact d'une goutte d'eau, produit un léger dépôt de silice. Cette dernière réaction semble bien démontrer, comme les précédentes, la présence du fluor libre.

» Enfin nous citerons encore l'expérience suivante : de petits fragments de fluorine sont abandonnés dans l'eau distillée. Dès le début de l'expérience, l'eau était neutre; après plusieurs jours de contact, l'eau a fourni une réaction franchement acide et le liquide, lentement évaporé entre deux verres de montre, nous a donné des stries indiquant une attaque très nette du verre.

» Chacune des expériences précédentes faites sur la fluorine de Quincié était répétée comparativement sur un bel échantillon de fluorine blanche provenant des Pyrénées [1]. Cette fluorine blanche ne donne pas d'ozone lorsqu'elle est broyée, ne déplace pas le chlore des chlorures, ne donne pas de fluorure avec le silicium et ne produit pas d'acide fluorhydrique au contact de l'eau.

» Nous n'avons pas abordé dans ce travail l'étude de la formation du gaz contenu dans la fluorine de Quincié. Ce gaz provient peut-être de la dissociation d'un perfluorure; mais, des expériences que nous venons d'indiquer, nous croyons pouvoir conclure :

» 1° Que la fluorine de Quincié renferme un gaz occlus, que l'on voit se dégager lorsqu'on en brise des fragments sous le microcope;

» 2° Que toutes les réactions fournies par la fluorine de Quincié pourraient s'expliquer simplement par la présence d'une petite quantité de fluor libre dans le gaz occlus. »

---

[1] Ce gisement a été découvert par M. Des Cloizeaux.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation de deux listes de candidats qui devront être présentées à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, pour les deux chaires récemment créées au Conservatoire national des arts et métiers.

D'après les résultats des dépouillements des scrutins, les deux listes présentées par l'Académie à M. le Ministre seront composées comme il suit :

Pour la chaire de Métallurgie et du travail des métaux :

En première ligne . . . . . M. **U. Le Verrier.**
En seconde ligne . . . . . M. **Ferdinand Gautier.**

Pour la chaire d'Électricité industrielle :

En première ligne. . . . . M. **Marcel Deprez.**
En seconde ligne . . . . . M. **Monnier.**

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **Grall** et **James** adressent un Mémoire relatif à un appareil de sauvetage pour les accidents en mer.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Amiral Pâris.)

M. **Al. Harkin** adresse un Mémoire portant pour titre : « Le choléra est une névrose; conséquences thérapeutiques ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie qu'il a désigné MM. *Cornu* et *Sarrau* pour faire partie du Conseil de perfectionnement de

l'Ecole Polytechnique pendant l'année scolaire 1890-91, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, des Cartes suivantes, publiées par le Service hydrographique de la Marine pendant le mois d'octobre 1890 :

Numéros.
4377. Du Pilier à Québec (fleuve Saint-Laurent).
4379. De la baie Ampasindava à Nosy-Saba (Madagascar).
4393. Entrée du port Phillip (Australie).
4399. Baie Ambavanibé. Port Liverpool (Madagascar).
4404. Ports de Faro et d'Olhao (Portugal).
4409. Ports de Bermeo et de Lequeito (Côte nord d'Espagne).
4410. Iles Santa-Cruz (Océan Pacifique Sud).
4438. Canaux du Segond et du Bruat (île du Saint-Esprit, Nouvelles-Hébrides).
4439. Ports Victor et Elliot, etc. (Australie).
4441. Port Curtis (Australie).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation approchée d'une fonction par des fractions rationnelles.* Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Picard.

« I. Considérons une fonction holomorphe dans le voisinage de l'origine, et ne s'annulant pas en ce point. Soient p et q deux nombres, égaux ou inégaux, pris dans la suite 0, 1, 2, 3, ... Parmi toutes les fractions rationnelles irréductibles dont les termes ont des degrés égaux au plus à p pour le numérateur, à q pour le dénominateur, il y en a une qui représente la fonction avec une approximation dont l'ordre est plus grand que celui de l'approximation fournie par l'une quelconque des autres.

» M. Hermite a donné (*Sur la fonction exponentielle,* Gauthier-Villars) les expressions explicites des termes de cette fraction, pour toutes valeurs de p et q, dans le cas de la fonction exponentielle; c'est le seul exemple connu jusqu'ici.

» A chaque couple de nombres (p, q), correspond ainsi une fraction rationnelle approchée; ces fractions peuvent donc être écrites dans les cases d'un Tableau à double entrée.

» Dès qu'une fraction rationnelle irréductible diffère de la fonction

d'un infiniment petit dont l'ordre est supérieur à la somme des degrés de ses termes, elle figure dans le Tableau. *Elle y remplit toutes les cases d'un carré* dont le côté comporte un nombre de cases égal à la différence entre l'ordre de l'approximation fournie par la fraction et la somme des degrés de ses termes.

» Quand cette différence est égale à l'unité, la fraction est dite *normale*. Pour que le Tableau soit uniquement composé de fractions normales, *il faut et il suffit que tous les déterminants orthosymétriques, formés au moyen des coefficients successifs de la série par laquelle la fonction peut être représentée, soient différents de zéro*.

» II. Une fraction continue est dite *simple* si les numérateurs partiels sont des monômes entiers en x, dont le coefficient et le degré sont différents de zéro, et si, en outre, les dénominateurs partiels sont des polynômes entiers en x, ayant un terme constant différent de zéro.

» Pour obtenir, dans le Tableau dont nous avons parlé plus haut, une suite de fractions telles qu'elles soient les réduites successives d'une fraction continue simple illimitée, il faut et il suffit qu'elles soient choisies de la façon suivante : 1° la première fraction de la suite devra être une fraction du bord du Tableau; 2° les carrés correspondant à deux fractions consécutives quelconques $\frac{U_i}{V_i}$, $\frac{U_{i+1}}{V_{i+1}}$ devront toujours être contigus, ou bien n'être pas contigus, mais avoir les diagonales parallèles à la diagonale principale du Tableau, sur une même droite, les fractions étant, en outre, telles que $U_i V_{i+1} - U_{i+1} V_i$ se réduise à un monôme; 3° une fraction quelconque devra toujours être plus avancée dans le Tableau que celle qui la précède.

» Une fraction continue régulière est une fraction continue simple dans laquelle, sauf pour quelques-uns des premiers éléments, tous les numérateurs partiels ont le même degré, ainsi que tous les dénominateurs partiels.

Les fractions continues régulières illimitées d'un Tableau uniquement composé de fractions normales sont de deux sortes :

» 1° D'abord les fractions continues où tous les numérateurs partiels sont du premier degré. Elles se subdivisent en deux types, celui où les dénominateurs partiels sont du premier degré, et celui où ils sont des constantes. Le premier est engendré par les fractions d'une file quelconque, soit horizontale, soit verticale du Tableau; le second, par une suite de fractions en escalier. *Ce sont les seules fractions continues régulières dont l'exis-*

tence puisse être affirmée a priori; on peut, avec les fractions du Tableau, obtenir une infinité de fractions continues de chacun des deux types.

» La deuxième sorte renferme les autres fractions continues régulières possibles. Elles se divisent en familles, d'après les degrés des numérateurs partiels. Dans la première famille, les numérateurs partiels sont du second degré; elle renferme deux types caractérisés par les degrés des dénominateurs partiels qui sont égaux à un dans le premier type, à zéro dans le second. Dans la deuxième famille, les numérateurs partiels sont du quatrième degré; elle renferme quatre types caractérisés par les degrés des dénominateurs partiels égaux à trois, à deux, à un ou à zéro. Dans la troisième famille, les numérateurs partiels sont du sixième degré, etc. L'une quelconque de ces fractions continues ne peut être engendrée que par une suite de fractions situées sur une parallèle de la diagonale principale; sur une telle droite, elles doivent être prises contiguës pour une fraction de la première famille, de deux en deux pour une fraction de la deuxième, de trois en trois pour une de la troisième, etc. On ne peut affirmer, *a priori*, l'existence d'aucune de ces fractions continues régulières. Au moyen des fractions du Tableau, on peut obtenir un nombre illimité de fractions d'un type déterminé, ou un nombre fini, ou enfin on n'en peut obtenir aucune. Le nombre des conditions qui doivent être remplies pour qu'on puisse obtenir une fraction d'un type déterminé croît quand on passe d'une famille à la suivante, et, dans une même famille, quand on passe d'un type au suivant. Le premier type de la première famille se trouve réalisé sans conditions, c'est-à-dire dans le cas général. »

CHIMIE. — *Sur l'analyse des acides hypophosphoreux, phosphoreux et hypophosphorique*. Note de M. L. AMAT [1], présentée par M. Troost.

« Les composés oxygénés du phosphore peuvent se distinguer les uns des autres par leur pouvoir réducteur, c'est-à-dire par la quantité d'oxygène qu'ils doivent fixer pour se transformer en acide phosphorique. On peut, à cet effet, employer deux méthodes, reposant sur les propriétés du chlorure mercurique ou du permanganate de potasse.

» La première méthode a été indiquée et appliquée par Rose à l'analyse

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

des acides hypophosphoreux et phosphoreux; mais elle n'a pas été étendue jusqu'à présent à l'acide hypophosphorique, car on admet que le bichlorure de mercure est sans action sur ce dernier acide.

» Péan de Saint-Gilles [1], qui s'était occupé de la deuxième méthode, avait constaté que l'acide hypophosphoreux ne s'oxyde qu'incomplètement sous l'action du permanganate de potasse et que, par suite, ce corps ne pouvait servir à l'analyse des acides du phosphore; il se demandait, de plus, si cette oxydation incomplète ne devait pas être attribuée à l'existence d'un nouveau corps, l'oxydation semblant s'arrêter au terme P^3O^7.

» Depuis ces expériences, Salzer [2] est parvenu à déterminer, au moyen du permanganate de potasse, la composition de l'acide hypophosphorique. Cet acide étant moins réducteur que les acides phosphoreux et hypophosphoreux, ces deux derniers corps doivent, à plus forte raison, être oxydés complètement par le permanganate de potasse.

» Le but de ce travail est de montrer que l'acide hypophosphorique peut être analysé au moyen du bichlorure de mercure, et que l'analyse volumétrique des acides phosphoreux et hypophosphoreux peut se faire par le permanganate de potasse.

» I. *Bichlorure de mercure.* — Si l'on opère à chaud et en liqueur acide, le chlorure mercurique donne avec l'acide hypophosphorique un précipité de chlorure mercureux. Dans ces conditions, probablement par suite d'un dédoublement préalable en acides phosphoreux et phosphorique, la transformation de l'acide hypophosphorique en acide phosphorique est complète.

» Ces expériences ont été faites avec de l'hypophosphate acide de soude, $P^2O^6Na^2H^2 + 6H^2O$ (eau : trouvé 34,3 pour 100; calculé 34,4. Phosphore : trouvé 19,69 pour 100; calculé 19,75). Sur 1^{gr} environ de sel, on verse 10^{cc} d'une dissolution concentrée d'acide chlorhydrique, puis on fait évaporer ce mélange presque à sec; cette évaporation a pour but de provoquer le dédoublement de l'acide hypophosphorique et d'accélérer par suite l'action du bichlorure de mercure. On dissout la masse pâteuse ainsi obtenue dans un peu d'eau et l'on ajoute une dissolution de chlorure mercurique (68^{gr} de chlorure et 20 à 40^{cc} d'acide chlorhydrique par litre; 1^{cc} de cette dissolution peut céder $0^{gr},002$ d'oxygène). Après avoir laissé digérer le tout pendant vingt-quatre heures vers 80°, on rassemble sur un filtre taré le chlorure mercureux formé, on le lave à l'eau, on le dessèche à 100° et on le pèse. 471 parties de chlorure mercureux correspondent à 16 parties d'oxygène. Il est indispensable de s'assurer sur le liquide filtré que la précipitation du sous-chlorure est complète.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 374; 1859.

(2) *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CCXII, p. 33; 1882.

» On a trouvé ainsi pour la quantité d'oxygène fixé : 5,093; 5,082; 5,079; 5,085; 5,091. Calculé, 5,095 pour 100.

» 2° *Permanganate de potasse.* — J'ai employé dans ces expériences la méthode de Péan de Saint-Gilles. On oxyde le corps à analyser par un excès de permanganate de potasse et on évalue le permanganate restant au moyen d'un réducteur, l'acide oxalique par exemple.

» Des expériences préalables m'ont montré que l'oxydation est d'autant plus rapide que les dissolutions employées sont plus concentrées, que l'acidité de la liqueur est plus grande et que la température est plus élevée. Si l'on opère à chaud, de petites quantités de permanganate peuvent être décomposées; si l'on opère à la température ordinaire, et surtout en dissolution étendue, l'oxydation peut être incomplète. Il est donc nécessaire de préciser avec soin les conditions où il faut se placer pour obtenir des résultats suffisamment exacts.

» Je me suis servi d'une liqueur de permanganate équivalente à une liqueur réductrice d'acide oxalique contenant 63gr d'acide cristallisé par litre.

» En général, l'analyse a porté sur un poids de sel capable de réduire 20cc environ de caméléon. La matière a été dissoute dans 20cc d'eau et additionnée de 3cc d'acide sulfurique concentré. Lorsque le liquide est revenu à la température ordinaire, on y verse 35cc de permanganate et le mélange est mis à digérer dans une étuve chauffée vers 50°. Au bout d'une demi-heure, on ajoute 20cc d'acide oxalique qui réduit le permanganate en excès et dissout le précipité brun qui s'était formé. Le liquide incolore et parfaitement transparent ainsi obtenu contient un excès d'acide oxalique que l'on évalue en versant goutte à goutte, dans la liqueur, du permanganate de potasse jusqu'à l'apparition de la teinte rosée, persistante, indice de la fin de l'oxydation.

» J'ai analysé, par cette méthode, l'hypophosphite de baryte, $P^2O^4H^4Ba + H^2O$.

» Phosphore : trouvé, 21,65 pour 100; calculé, 21,75. Baryte : trouvé, 53,37; calculé, 53,68. Eau : trouvé à 100°-110°, 6,11; calculé, 6,32. J'ai obtenu pour l'oxygène fixé : 22,29, 22,29, 22,46, 22,42; calculé, 22,45 pour 100. On voit donc que l'oxydation est complète et qu'il n'y a pas lieu d'admettre l'existence du corps P^3O^7.

» L'acide phosphoreux PO^3H^3, analysé par la même méthode, a donné pour l'oxygène fixé : 19,53 pour 100; calculé, 19,51.

» Avec le phosphite acide de soude, $PO^3NaH^2 + 2\frac{1}{2}H^2O$, j'ai obtenu : 10,79, 10,73; calculé, 10,74.

» Les pyrophosphites, qui se transforment rapidement en liqueur acide, en phosphites ordinaires, peuvent s'analyser par le permanganate de potasse. J'ai obtenu, pour le pyrophosphite de soude, $P^2O^5Na^2H^2$, 16,54 pour 100 d'oxygène fixé; calculé, 16,84.

» La même méthode s'applique à l'acide hypophosphorique. Le sel additionné de 20cc d'eau et de 3cc d'acide sulfurique a été mis à digérer pendant une demi-heure à 80°-100°; puis, lorsque le liquide est revenu à la température ordinaire, on a continué l'opération comme il a été indiqué.

» L'hypophosphate acide de soude m'a donné, pour l'oxygène fixé : 5,12, 5,12, 5,16, 5,07; calculé, 5,095.

» En résumé, comme je l'indiquais en commençant, on peut employer pour l'analyse des acides hypophosphoreux, phosphoreux et hypophosphorique soit le bichlorure de mercure, soit le permanganate de potasse. De ces deux méthodes, la plus précise, mais la plus longue, est celle qui repose sur les propriétés du bichlorure de mercure; l'autre, plus délicate, mais beaucoup plus rapide, peut aussi rendre de grands services dans l'étude des composés oxygénés du phosphore. »

CHIMIE. — *Combinaisons du cyanure de mercure avec les sels de cadmium.* Note de M. RAOUL VARET.

« I. *Iodocyanure de mercure et de cadmium.* — Dans une solution concentrée d'iodure de cadmium, maintenue à l'ébullition, on projette du cyanure de mercure finement pulvérisé (25^{gr} de HgCy pour 30^{gr} de CdI). La liqueur filtrée et abandonnée sur l'acide sulfurique laisse déposer de fines lamelles transparentes, répondant à la formule

$$HgCy, CdCy, HgI, 7HO.$$

» C'est un corps très altérable à l'air, soluble dans l'eau et dans l'ammoniaque. Il se déshydrate complètement en se décomposant, quand on le chauffe à 110°. Il y a mise en liberté d'iodure mercurique.

» Les acides dilués décomposent le corps HgCy, CdCy, HgI, 7HO en iodure de mercure et acide cyanhydrique; il reste, dans la liqueur, du cyanure de mercure et un sel de cadmium correspondant à l'acide employé.

» Quand on chauffe l'iodocyanure avec une solution de sulfate de cuivre, il y a dégagement de cyanogène et formation d'un précipité qui a pour formule Cu^2Cy, HgI; ce qui indique que tout le cyanogène n'est pas combiné au mercure. J'ai, en effet, constaté que le cyanure de cadmium est décomposé par les sels oxygénés de cuivre, tandis que le cyanure de mercure n'est pas attaqué dans les mêmes conditions.

» Ces diverses réactions montrent que l'on a un sel plus complexe que celui qui résulterait simplement de l'union de Hg^2Cy^2 avec CdI.

» II. *a. Bromocyanures de mercure et de cadmium.* — On projette du

bromure de cadmium, par petite quantité, dans une solution saturée de cyanure de mercure et maintenue à l'ébullition. On ajoute ainsi 18gr de CdBr pour 25gr de HgCy. La liqueur filtrée et évaporée doucement au bain-marie laisse déposer, par refroidissement, de fines aiguilles, répondant à la formule

$$Hg^2Cy^2, CdBr, 4,5HO.$$

» C'est un corps peu altérable à l'air, soluble dans l'eau et dans l'ammoniaque. Il se déshydrate complètement quand on le chauffe à 100°.

» Les acides faibles le décomposent en mettant de l'acide cyanhydrique en liberté. Le cyanure de mercure n'étant pas attaqué dans ces conditions, j'ai fait quelques essais afin de rechercher si, comme pour le sel précédent, il convenait d'envisager ce bromocyanure comme un sel triple, résultant de l'union de HgCyCdCy avec HgBr.

» Le sel anhydre, étant chauffé avec précaution, ne fournit pas d'abord de bromure mercurique; mais, si l'on chauffe plus fort, le sel noircit et dégage du mercure et du cyanogène. Il se sublime aussi, sur les parois du tube, du cyanure de mercure qui a échappé à l'action de la chaleur et du bromure mercureux produit par réaction complexe. C'est donc un sel double, résultant de l'union de Hg^2Cy^2 avec CdBr, et non un sel complexe comme l'iodocyanure.

» *b*. Quand on évapore doucement au bain-marie une solution contenant 25gr de cyanure de mercure pour 30gr de bromure de cadmium, on obtient des petits cristaux grenus, très durs, répondant à la formule

$$HgCy, CdBr, 3HO.$$

C'est un corps peu altérable à l'air, moins soluble dans l'eau et dans l'ammoniaque que le composé précédent. Il se déshydrate complètement à 100°.

» III. *Chlorocyanure de mercure et de cadmium*. — Dans une solution saturée de cyanure de mercure, maintenue à une température de 80°, on verse goutte à goutte une solution concentrée de chlorure de cadmium (20gr de CdCl pour 25gr de HgCy). Il y a formation d'un précipité blanc, que l'on redissout en ajoutant de l'eau chaude à la liqueur. Le liquide évaporé doucement laisse déposer, par refroidissement, de petits cristaux grenus répondant à la formule

$$HgCy, CdCl, 2HO.$$

C'est un corps soluble dans l'eau et dans l'ammoniaque, décomposable par les acides faibles. Il se déshydrate complètement à 110°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation et les propriétés du fluorure de benzoyle.* Note de M. E. GUENEZ.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie [1], M. Moissan a indiqué un procédé général de préparation des composés organiques fluorés, consistant à faire réagir le fluorure d'argent sur les dérivés iodés ou chlorés. J'ai appliqué cette réaction à la préparation du fluorure de benzoyle, qui n'avait pas encore été obtenu jusqu'ici.

» Un mélange équimoléculaire de fluorure d'argent et de chlorure de benzoyle est introduit dans un tube épais en verre vert, que l'on scelle à la lampe et que l'on chauffe ensuite, au bloc de fonte, à 190° pendant cinq à six heures.

» Après avoir laissé refroidir le tube, on en ouvre la pointe pour perdre une petite quantité de fluorure de silicium qui se forme toujours, puis on étire le tube en son milieu et on le courbe, afin de pouvoir distiller tout le liquide qui imprègne le chlorure d'argent formé.

» Le liquide ainsi obtenu contient à la fois du fluorure et du chlorure de benzoyle, même si le fluorure d'argent a été employé en excès, et il est nécessaire, pour obtenir un produit pur, de le chauffer une seconde fois en tube scellé, en présence d'une nouvelle quantité de fluorure d'argent. J'ai obtenu rapidement, par ce moyen, un produit ne renfermant plus que des traces de chlore.

» *Propriétés.* — Le fluorure de benzoyle est un corps liquide, incolore au moment où il vient d'être distillé; son odeur est analogue à celle du chlorure de benzoyle, mais plus irritante encore, et la moindre trace de sa vapeur provoque immédiatement le larmoiement.

» Il bout à 145° et brûle facilement, avec une flamme fuligineuse bordée de bleu. Il est plus dense que l'eau, qui le décompose lentement, à froid, en acide fluorhydrique et en acide benzoïque, suivant l'équation

$$C^2H^5.COFl + H^2O = C^2H^5CO^2H + HFl.$$

» Mis en contact avec une solution alcaline, il se dédouble rapidement en fluorure et benzoate, surtout si l'on élève la température. Ces réactions sont entièrement parallèles à celles du chlorure de benzoyle.

» Le fluorure de benzoyle attaque le verre avec une très grande rapi-

(1) H. MOISSAN, *Sur le fluorure d'éthyle* (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 260).

dité, en produisant du fluorure de silicium; il se transforme, dans ces conditions, en anhydride benzoïque. La formule suivante rend compte de cette réaction :

$$6C^6H^5COFl + SiO^3K^2 = SiFl^4 + 2KFl + 3[(C^6H^5CO)^2O].$$

» *Analyse.* — Pour doser le carbone et l'hydrogène dans le fluorure de benzoyle, j'ai brûlé ce composé dans un tube de cuivre rouge, contenant un mélange d'oxyde de cuivre et d'oxyde de plomb. Le produit à analyser a été pesé dans des ampoules de verre, que l'on introduisait dans le tube à combustion après en avoir brisé la pointe.

» Pour arriver à une combustion complète du fluorure de benzoyle, il m'a fallu employer un tube très long et faire passer l'oxygène dès le début de l'opération.

» Enfin, j'ai dosé le fluor en introduisant, dans une solution chaude de soude pure, une ampoule contenant un poids connu de fluorure de benzoyle. Le mélange s'opérait lentement par la pointe de l'ampoule, qui avait été préalablement brisée, et l'on terminait la réaction en écrasant l'ampoule au moyen d'un agitateur. Ensuite j'ai saturé l'excès de soude par l'acide acétique employé en excès, et précipité le fluor par l'acétate de chaux. Avant de recueillir le précipité de fluorure de calcium, j'ai évaporé complètement le liquide au bain-marie, et repris le résidu par l'eau bouillante. Le précipité de fluorure de calcium a été alors filtré, calciné et pesé.

» Les nombres fournis par l'analyse ont été les suivants :

	Trouvé.		Calculé.
Carbone	67,22	67,04	67,74
Hydrogène	3,97	4,28	4,03
Fluor	14,92	14,80	15,32

» Ces nombres concordent suffisamment avec la composition théorique du fluorure de benzoyle, pour qu'il ne reste plus de doute sur la nature du produit obtenu (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide citrique.* Note de MM. A. **Haller** et A. **Held**, présentée par M. Friedel.

« Dans notre première Communication (²) relative à cette synthèse, nous avons exposé les réactions successives sur lesquelles nous nous sommes appuyés pour l'effectuer, et nous nous sommes bornés à préparer le produit final sans faire l'étude des composés intermédiaires.

(¹) Ce travail a été fait à l'École de Pharmacie de Paris, au laboratoire de M. Moissan.

(²) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 516.

» Dans la dernière Note [1] que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, nous avons étudié un certain nombre de ces produits, et déterminé les circonstances exactes dans lesquelles ils prennent naissance.

» Les quantités d'acide citrique obtenues lors de nos premières recherches étaient si faibles qu'elles ont à peine suffi à caractériser cet acide qualitativement. Nous avons donc jugé qu'il était important de reproduire ce corps en plus grande quantité, d'en faire l'analyse ainsi que celle de deux d'entre ses sels.

» La synthèse de l'acide citrique se résout actuellement en celle de l'acide acétone-dicarbonique.

» Nous avons montré, dans notre dernière Note, les conditions dans lesquelles l'éther de cet acide prend naissance. Nous ne sommes pas arrivés à l'isoler à l'état pur, mais son existence n'en est pas moins établie par les corps qu'il engendre.

» *Préparation de l'éther acétone-dicarbonique.* — 10^{gr} de γ-cyanacétoacétate d'éthyle sont étendus de leur poids d'alcool anhydre, et ce mélange est introduit goutte à goutte dans 20^{gr} d'alcool absolu saturé d'acide chlorhydrique, et refroidi dans un mélange de glace et de sel. Il faut environ deux heures pour effectuer cette addition. Quand cette opération est terminée, et sans laisser prolonger le contact, on ajoute environ 5^{cc} d'eau, toujours goutte à goutte, puis on verse le liquide dans son volume d'alcool à 90°. Dans toutes ces manipulations, il faut éviter la précipitation spontanée du chlorhydrate d'ammoniaque.

» La liqueur étendue d'alcool est chauffée au bain-marie pendant quelques minutes. A ce moment seulement, il doit se déposer un abondant précipité de sel ammoniac. Quand il paraît un peu augmenter, on verse le mélange dans deux ou trois fois son volume d'eau, et l'on épuise à plusieurs reprises avec de l'éther. La solution éthérée est lavée à l'eau, puis soumise à la distillation, de façon à avoir 1 partie de produit dans 2 ou 3 fois son volume d'éther. Cette solution renferme une quantité notable d'éther acétone-dicarbonique formé en vertu de la réaction

$$C^2H^5.CO^2.CH^2.CO.CH^2.CAz + C^2H^5OH + HCl + H^2O$$
$$= C^2H^5.CO^2.CH^2.CO.CH^2.CO^2C^2H^5 + AzH^4Cl.$$

» Nous n'avons pas cherché à le purifier et l'avons directement soumis au traitement indiqué par M. Dunschmann [2] pour préparer la cyanhydrine. Nous avons toutefois légèrement modifié le mode opératoire.

» *Préparation de la cyanhydrine de l'éther acétone-dicarbonique.* — La solution éthérée de l'acétone-dicarbonate d'éthyle brut provenant de 10^{gr} d'éther γ-cyané est refroidie dans un mélange de glace et de sel, puis additionnée de 5^{gr} à 6^{gr} de cyanure

(1) *Ibid.*, t. CXI.

(2) *Dissert. inaug. Erlangen*, p. 28; 1886.

de potassium finement pulvérisé. A ce mélange, on ajoute goutte à goutte une solution aqueuse concentrée d'acide chlorhydrique, en quantité rigoureusement équivalente au poids de cyanure employé. Le ballon bien bouché est ensuite abandonné dans un lieu frais. Au bout de vingt-quatre heures, on filtre et on élimine l'éther. Le résidu renferme la cyanhydrine

$$C^2H^5.CO^2.CH^2.CO.CH^2.CO^2C^2H^5 + CAzH = C^2H^5.CO^2.CH^2.C\begin{matrix}\diagup OH \\ \diagdown CAz\end{matrix}CH^2.CO^2C^2H^5.$$

» *Transformation de la cyanhydrine de l'éther acétone-dicarbonique en acide citrique.* — On chauffe cette cyanhydrine dans un appareil à reflux avec de l'acide chlorhydrique concentré. Au bout de deux à trois heures, on laisse refroidir et on sépare le chlorhydrate d'ammoniaque qui se dépose. Le liquide est ensuite réduit au bain-marie, pour chasser l'excès d'acide chlorhydrique, et le résidu est chauffé à l'ébullition avec un excès de potasse. La solution renferme maintenant du citrate de potasse mélangé à du chlorure et à des produits étrangers formés dans le cours des réactions successives; aussi ne précipite-t-elle pas à l'ébullition quand on l'additionne de chlorure de calcium.

» Pour isoler l'acide citrique, on ajoute au liquide, préalablement neutralisé, de l'acétate de plomb.

» Le précipité plombique est recueilli, lavé, puis mis en suspension dans l'eau et décomposé par l'acide sulfhydrique. On filtre, on concentre au bain-marie, on broie le résidu avec du sable fin et on l'épuise à l'éther. La liqueur éthérée fournit par évaporation un sirop épais, au sein duquel se déposent peu à peu des cristaux d'acide citrique. On purifie cet acide en le transformant en sel de chaux, qu'on décompose par la quantité théorique d'acide oxalique.

» Les cristaux d'acide citrique ainsi obtenus ont la forme, la saveur et l'ensemble des propriétés de l'acide naturel. Ils fondent à 100°.

» L'analyse du produit pulvérisé et maintenu pendant deux jours à l'air libre, à la température ordinaire, a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^8O^7 + H^2O$.
C pour 100	34,13	34,28
H pour 100	4,90	4,75

» Le *sel de chaux* a fourni à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $(C^6H^5O^7)^2Ca^3 + 2H^2O$.
Ca pour 100	22,31	22,47

» Le *sel de plomb* a donné les nombres :

	Trouvé.	Calculé pour $(C^6H^5O^7)^2Pb^3$.
Pb pour 100	62,22	62,16

» *Rendement.* — 50gr de γ-cyanacétoacétate d'éthyle ont fourni environ 6gr, 2 d'acide citrique pur. Il en est resté environ de 4gr à 5gr dans les eaux mères sirupeuses. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Étude expérimentale du rôle attribué aux cellules lymphatiques, dans la protection de l'organisme contre l'invasion du* Bacillus anthracis, *et dans le mécanisme de l'immunité acquise.* Note de M. **C. Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« Le bacille charbonneux, comme on le sait, ne se multiplie dans le sang que dans les dernières heures qui précèdent la mort. Il pullule d'abord au point d'inoculation et dans le ganglion voisin, et quelquefois l'animal meurt avant que le bacille ait envahi l'organisme. Dans ce dernier cas, la mort est due à l'action des poisons solubles fabriqués sur place. Ce fait, maintenant incontesté, a été démontré pour la première fois par M. Chauveau, quand il a mis en lumière la localisation ganglionnaire du *Bacillus anthracis* et la production locale d'un poison spécifique. Cette localisation n'est pas un fait très rare et nous l'avons quelquefois observée chez les souris emportées par une mort rapide. Cela prouve que la substance ganglionnaire est un milieu favorable à la prolifération du bacille et à la fabrication du poison charbonneux. Les cellules du ganglion n'interviendraient-elles donc pas dans la protection de l'organisme sain ou vacciné, comme le veut la théorie de la phagocytose ?

» Pour m'éclairer sur cette question, j'ai institué plusieurs séries d'expériences en modifiant les conditions de la lutte entre les bacilles et les cellules lymphatiques dans un sens favorable à celles-ci. C'est ainsi que j'ai passé en revue successivement le degré de *virulence* et le *nombre* des agents infectieux, l'*état vaccinal* de l'organisme, le *temps* laissé aux cellules lymphatiques pour agir sur les agents infectieux. En un mot, tout a été fait pour que les *phagocytes* sortent victorieux et que les microbes soient détruits. Or, c'est précisément le contraire qui est arrivé.

1° *Virulence.* — Les méthodes imaginées par M. Chauveau pour obtenir l'atténuation et la reconstitution de la virulence fournissent des cultures dont l'échelle de virulence peut être graduée, pour ainsi dire, à volonté. C'est ainsi qu'à partir des cultures complètement inoffensives, il existe une série de cultures de virulence graduellement croissante, de telle sorte que les animaux inoculés (souris et cobayes) meurent dans un délai de dix à

quarante jours. Or, dans tous les cas de morts tardives, les cultures du *sang* et de la *rate* restent *stériles*, tandis que les cultures du *ganglion* sont *fertiles*.

» 2° *Nombre*. — Si l'on injecte à un animal une culture peu atténuée à dose assez faible pour qu'il résiste à l'inoculation et qu'au bout de vingt ou trente jours on enlève le *ganglion* pour faire des cultures, ces cultures sont *fertiles*, tandis que les cultures du *sang* faites dans les mêmes conditions restent *stériles*.

» 3° *Vaccination complète*. — Sur des cobayes vaccinés par plusieurs inoculations dans la *cuisse droite*, l'inoculation d'épreuve est faite dans la *cuisse gauche*. Puis, au bout de quinze à vingt jours, les *ganglions gauches* sont enlevés pour faire des cultures. Ces cultures sont *fertiles*, tandis que les cultures du *sang* faites en même temps restent *stériles*.

» 4° *Vaccination incomplète*. — Quand la vaccination a été incomplète, le cobaye ne résiste pas à l'inoculation d'épreuve et il succombe au bout d'un temps variable de quatre à vingt jours. Dans un cas, l'animal est mort soixante-douze jours après l'inoculation d'épreuve. Comme précédemment, les cultures du *ganglion* ont donné des *résultats positifs*, tandis que le *sang* et la *rate* sont restés stériles.

» 5° *Temps*. — Ce n'est certainement pas le temps qui a manqué aux *phagocytes* pour exercer leur action, puisque, dans toutes les expériences, l'espace de temps qui s'est écoulé entre l'inoculation et la mort a toujours été très long. (*Dans un cas il s'est élevé à soixante-douze jours*.) On ne peut donc pas vraisemblablement mettre en cause l'insuffisance de ce facteur pour expliquer la conclusion qui s'impose, à savoir, l'*impuissance des phagocytes à préserver l'organisme*.

» *Modifications de forme et de virulence, apportées au microbe par le ganglion*. — Dans toutes les expériences qui ont servi à établir les faits précédents, l'examen du sang, de la rate et du ganglion ne décèle jamais la présence de l'agent infectieux sous sa forme bacillaire, mais de nombreux fragments en forme de coccus. Cette fragmentation des bacilles est un des premiers phénomènes qui se passent dans le ganglion, et il est difficile de préciser la part qui revient aux cellules dans cette modification morphologique. Dans certaines conditions, cette nouvelle forme est susceptible d'être propagée dans les bouillons de culture, mais nous réservons pour une Communication ultérieure l'exposé de cette question de morphologie. Quant à la virulence, elle est fortement atténuée par le séjour du bacille dans le ganglion, et l'on pourrait peut-être utiliser ce phénomène d'ordre

biologique comme procédé de fabrication des vaccins charbonneux.

» *Mécanisme de la mort tardive.* — Que conclure de l'opposition constante entre la fertilité des cultures du ganglion et la stérilité des cultures du sang, sinon que, dans les cas de mort tardive comme dans ceux de mort rapide, l'animal succombe à un empoisonnement par des substances solubles. Le bacille modifié reste confiné dans le ganglion, il s'y maintient longtemps sans que l'animal paraisse en souffrir, il s'y multiplie lentement et finit par sécréter assez de poison spécifique pour produire l'intoxication. Mais, dès qu'il arrive dans le sang, il ne peut triompher des causes d'affaiblissement qu'il y rencontre et perd complètement ses propriétés végétatives. Cela s'accorde bien, du reste, avec ce que l'on sait sur les propriétés bactéricides du sang.

» *Mécanisme de la vaccination.* — D'après ce qui a été dit plus haut, après une vaccination complète ou incomplète, les cellules lymphatiques n'ont pas sur le *Bacillus anthracis* une action différente de celle qui existe à l'état sain, tandis qu'au contraire le sang a acquis pour le microbe virulent la propriété qu'il possède pour le microbe atténué.

» Il semble ressortir de ces faits que les modifications vaccinales se manifestent surtout dans le sang et que les moyens employés par l'animal vacciné pour résister à l'invasion du microbe sont peut-être de même nature, mais à un degré plus accentué, que ceux existant normalement chez les animaux non vaccinés.

» *En résumé*, le ganglion lymphatique joue à la fois un rôle mécanique et chimique : c'est un organe d'arrêt et un modificateur puissant de la forme et de la virulence du *Bacillus anthracis*. Le microbe transformé est rendu moins apte à résister à l'action nocive du sang et du plasma intercellulaire. Mais il n'est pas détruit sur place par les cellules; au contraire, il vit, fabrique des vaccins, puis, au fur et à mesure qu'il pénètre dans le sang, il est rendu inoffensif et est éliminé : c'est le sang qui est le véritable destructeur du microbe.

» Quand pour des raisons encore mal déterminées, la résistance de l'organisme s'affaiblit, ce microbe, jusque-là en activité latente dans les cellules, reprend une activité plus grande et sécrète le poison spécifique qui engendre la mort tardive de l'animal.

» Les cellules lymphatiques jouent un rôle mécanique incontestable; leur action chimique est moins bien déterminée.

» En tout cas, cette action ne suffirait pas à elle seule à anéantir le *Ba-*

cillus anthracis; elle n'empêcherait pas les infections secondaires et l'on pourrait même dire, à ce dernier point de vue, que l'intervention de la cellule est plutôt un danger qu'un bienfait [1]. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Production expérimentale de tumeurs blanches chez le lapin, par inoculation intraveineuse de culture atténuée du bacille de Koch.* Note de MM. **J. Courmont** et **L. Dor**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les expériences ont été faites avec une culture pure de bacille de Koch, atténuée, par le vieillissement, au point de ne pouvoir tuberculiser le lapin ou le cobaye, *par inoculation sous-cutanée*, à n'importe quelle dose. Cette culture était pourtant capable d'engendrer de belles lésions tuberculeuses sur ces mêmes animaux, lorsqu'on l'introduisait en quantité considérable dans la cavité péritonéale. Elle a été injectée à la dose de 4 à 10 gouttes dans le système veineux de cinq jeunes lapins. Voici les résultats observés.

» Pendant cinq mois, les cinq sujets ont paru complètement indemnes de toute infection. Leur poids a augmenté ; sur l'un d'eux, le poids a même doublé.

» Vers le sixième mois, sans intervention d'aucun traumatisme, tous les sujets ont commencé à maigrir et à présenter, dans une ou plusieurs articulations, des signes de tumeur blanche. Un est mort spontanément. Deux ont été sacrifiés mourants. Les deux autres sont encore vivants, mais dans un état identique à celui des trois premiers.

» Voici la liste des articulations qui ont été prises :

» Sur le n° 1. — Genou gauche, coude gauche, épaule droite.

» Sur le n° 2. — Genou droit, coude gauche, art. tibio-tarsienne droite.

» Sur le n° 3. — Genou droit, les deux coudes, art. tibio-tarsienne gauche.

» Sur le n° 4. — Genou droit.

» Sur le n° 5. — Coude gauche, art. tibio-tarsienne droite.

» Aucun des sujets n'a présenté d'altération de l'articulation de la hanche.

» Les articulations malades sont considérablement tuméfiées. Ainsi, le diamètre transversal des genoux (articulation fémoro-tibiale) malades est généralement presque doublé.

» A l'autopsie, tout aussi bien que sur le vivant, on constate que les lésions sont la reproduction exacte de celles des tumeurs blanches de l'es-

---

[1] Travail du laboratoire de Pathologie comparée du Muséum.

pèce humaine. On y trouve de nombreux bacilles de Koch, soit dans le caséum intra-articulaire, soit dans l'épaisseur des parois de la synoviale hypertrophiée et bourgeonnante en certains points.

» Chose importante à noter, sur les trois sujets qui ont été autopsiés, il a été impossible de trouver la moindre trace de tuberculose viscérale. Les lésions tuberculeuses étaient étroitement localisées dans les articulations, et même, sur l'un des sujets, le n° 4, exclusivement confinées *dans une seule articulation*, le genou droit.

» CONCLUSIONS. — 1° Les tuberculoses locales primitives paraissent être dues à l'action d'un virus tuberculeux atténué.

» 2° Celui-ci, après avoir pénétré directement dans le sang, peut ne manifester sa présence qu'au bout de plusieurs mois.

» 3° Les synoviales articulaires au moins chez les sujets jeunes, se prêtent mieux (même sans traumatisme local) que les organes viscéraux à l'implantation du virus tuberculeux atténué. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement d'un Solénogastre*. Note de M. **G. PRUVOT**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Les affinités des Solénogastres et leur place légitime dans la classification ont beaucoup préoccupé les zoologistes. Mais l'absence *complète* de documents embryogéniques rendait jusqu'ici toute théorie à leur égard prématurée et incertaine. Or, j'ai réussi, pendant le mois d'octobre dernier, à élever au laboratoire Arago des embryons d'une des espèces de Néoméniées dont j'ai déjà donné une brève diagnose dans les *Archives de Zoologie expérimentale*, la *Dondersia banyulensis*, et à suivre les phases principales de son développement.

La *Dondersia* n'a pas de ponte agglomérée, mais rejette isolément ses œufs par petit nombre à la fois. L'œuf est formé d'une masse vitelline opaque, parfois légèrement rosée, parfaitement sphérique et de $0^{mm},11$ à $0^{mm},12$ de diamètre, entourée d'une mince coque ronde, souple et transparente, de $0^{mm},23$ de diamètre. La présence de cette coque est importante : l'œuf étant nu encore dans la poche ovigère (*péricarde* des auteurs), elle ne peut prendre naissance qu'au delà, c'est-à-dire dans la prétendue *néphridie* qui se trouve ainsi déterminée non comme un organe rénal, mais comme une simple glande coquillière.

» Une heure environ après la ponte, l'œuf, qui a expulsé déjà les deux

globules polaires habituels, se divise en deux sphères inégales, puis en quatre, trois petites et une plus grosse, la grosse sphère primitive s'étant encore divisée inégalement. Le stade huit est atteint par la division encore inégale de la grosse sphère et la bipartition régulière des trois petites, en sorte que l'ébauche embryonnaire présente à ce moment un pôle nutritif occupé par un gros blastomère unique et un pôle formatif composé de sept petits blastomères égaux coiffant la moitié supérieure du précédent. Après un repos d'une heure environ, la période d'activité recommence par la division de la grosse sphère cette fois en deux blastomères égaux, endodermiques tous les deux. Puis, les cellules de la calotte ectodermique se divisant à leur tour portent leur nombre à quatorze. Nouvelle période de repos, de près de trois heures, puis nouvelle division qui débute encore par les deux grosses sphères endodermiques. Le stade trente-deux est atteint à peu près huit heures après la ponte et compte quatre grosses sphères endodermiques sur un même plan coiffées partiellement par vingt-huit petites cellules ectodermiques. C'est alors que se produit l'invagination des sphères endodermiques qui disparaissent peu à peu à l'intérieur de la calotte ectodermique, et le nombre des cellules de cette dernière augmente encore pendant que l'embolie s'accomplit, mais d'une manière successive et trop irrégulière pour que j'aie pu la suivre en détail. Elles ne peuvent, du reste, effectuer plus d'une division nouvelle, car chez la larve complètement formée le nombre des cellules du revêtement externe ne dépasse pas cinquante-six.

» A 24^h, l'embryon a la forme d'une calotte légèrement conique, avec une large ouverture qui occupe toute sa face inférieure. C'est à ce moment qu'apparaissent les cils vibratiles sous forme d'une couronne médiane et de deux champs ciliés couvrant l'un tout le pôle céphalique et l'autre l'extrémité inférieure, siège de l'invagination. Puis, le corps de l'embryon s'allonge et se divise par deux étranglements annulaires en trois segments superposés :

» 1° Le segment *céphalique*, formé de deux assises de cellules ciliées, au sommet légèrement déprimé duquel quelques cils prédominent bientôt sur les autres, et finalement un seul acquiert de fortes proportions et devient le flagellum terminal.

» 2° Le segment moyen, ou *voile*, formé d'une seule couche de cellules ne portant qu'une rangée de cils sur leur portion inférieure; ceux-ci s'accroissent progressivement et constituent la couronne ciliée, principal organe de la locomotion.

» 3° Le segment inférieur, ou *palléal,* constitué par deux rangées de cellules entièrement couvertes de cils fins. Il porte la dépression blastoporienne fortement oblique au début et remontant du côté dorsal (?) presque jusqu'au niveau du voile.

» La *fig.* 1 représente (au grossissement de 175 diamètres, comme les deux suivantes) un stade un peu plus avancé, dans lequel l'orifice d'invagination fortement rétréci est devenu circulaire et tout à fait terminal. Cet état est atteint vers la trente-sixième heure. Le corps ne tarde pas à devenir

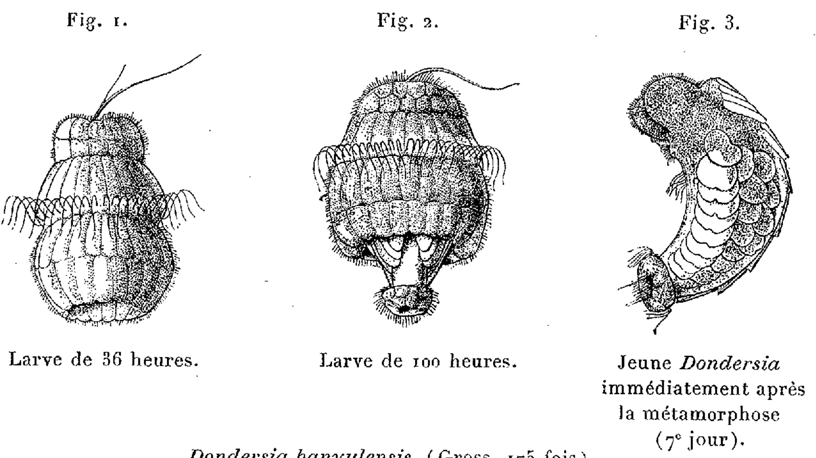


Fig. 1. Larve de 36 heures.

Fig. 2. Larve de 100 heures.

Fig. 3. Jeune *Dondersia* immédiatement après la métamorphose (7e jour).

Dondersia banyulensis. (Gross. 175 fois).

plus massif, les sillons de séparation des segments s'atténuent, sans disparaître toutefois, et bientôt on voit saillir du fond de la dépression inférieure un *bouton caudal* cilié qui l'occupe presque en entier et porte en son centre un petit orifice qui correspond, selon toute vraisemblance, au véritable blastopore; puis, le bouton caudal est repoussé au dehors par le bourgeonnement entre lui et le fond de l'invagination palléale d'une masse conique, destinée à former la plus grande partie, sinon la totalité, du corps de la Néoméniée future, et dans les cellules externes de laquelle apparaissent les spicules.

» C'est l'état montré par la *fig.* 2 qui représente une larve de cent heures; on voit de chaque côté de la ligne ventrale nue trois spicules déjà imbriqués, mais renfermés encore dans leurs cellules-mères. La paroi de celles-ci finit par se rompre; le nombre des spicules augmente, de nouveaux se formant sans cesse sous le lobe palléal; le corps conique s'allonge rapidement et prend une courbure bien marquée sur sa face ventrale, tandis que

le manteau se réduit peu à peu à ne plus former qu'une sorte de collerette à la région supérieure de l'embryon qui tombe au fond du vase, sa couronne ciliée ne suffisant plus à le soutenir dans le liquide.

» C'est le septième jour qu'a lieu la métamorphose, période critique entre toutes pour l'animal; un seul de mes embryons jusqu'ici l'a franchie sans y périr; il est représenté sur la *fig.* 3. La métamorphose consiste dans le rejet de presque toute l'enveloppe externe de la larve, c'est-à-dire des cellules du voile et des deux rangées formant le lobe palléal. En attendant que de nouveaux embryons permettent de vérifier les observations faites sur cet unique exemplaire, je me bornerai à attirer l'attention sur un seul fait, la présence de sept plaques dorsales calcaires, légèrement imbriquées et formées de spicules rectangulaires simplement juxtaposés. D'autres spicules de forme différente, orbiculaires, beaucoup plus nombreux, couvrent les flancs; la face ventrale est nue.

» Jusqu'à la métamorphose la larve est dépourvue de bouche, et l'endoderme forme une masse pleine flanquée latéralement de deux cordons mésodermiques, pleins également, dont je n'ai pu encore éclaircir l'origine.

» En somme, la segmentation est à peu près identique à celle du Dentale et de certains Lamellibranches; la larve astome, à trois segments, n'a d'analogue connu que chez les Brachiopodes; le rejet de presque tout l'ectoderme primitif après formation du corps futur à l'extrémité inférieure de la larve a été signalé chez un *Polygordius;* enfin, le revêtement tégumentaire du jeune Solénogastre rappelle de très près celui du jeune Chiton à l'âge correspondant. La connaissance de l'évolution des feuillets et des organes internes sera nécessaire pour nous fixer sur la valeur réelle de ces ressemblances multiples. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Nouvelles recherches sur les spores des Myxosporidies (structure et développement)* [1]. Note de M. P. Thélohan, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On ne possède encore que bien peu de notions précises sur les phénomènes de la sporulation chez les Myxosporidies. Les observations de

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. le professeur Balbiani, au Collège de France.

MM. Balbiani (1), Bütschli (2) et Gabriel (3) ont, à la vérité, établi la marche générale de l'évolution des spores; mais bien des détails restent encore à élucider, particulièrement en ce qui concerne le développement des capsules polaires.

» On sait que les noyaux des Myxosporidies sont localisés dans l'entosarc, où ils existent en très grand nombre. Le premier stade de la formation des spores consiste dans la différenciation autour de l'un de ces noyaux d'une petite sphère de plasma à contour net, qui semble limitée par une mince enveloppe résultant de la condensation de la couche périphérique.

» Puis on voit ce noyau se diviser par karyokinèse : j'ai observé, entre autres figures, un fuseau avec plaque équatoriale absolument typique et ne pouvant laisser subsister le moindre doute.

» La petite sphère plasmique présente alors deux noyaux : ceux-ci continuant à se diviser, on a bientôt une sphère qui en renferme une dizaine. Puis elle se segmente elle-même en deux masses secondaires ou sporoblastes qui restent unis par l'enveloppe de la sphère primitive. Chacun de ceux-ci renferme un certain nombre de noyaux : on verra plus loin que mes observations ne me permettent pas de préciser si leur nombre est en réalité de quatre ou seulement de trois, comme l'a trouvé Bütschli.

» Quoi qu'il en soit, les noyaux qui n'entrent pas dans la constitution des sporoblastes restent inemployés et on les retrouve dans une petite masse de plasma qui persiste à côté des sporoblastes dans l'enveloppe de la sphère primitive.

» Il nous reste maintenant à envisager les phénomènes que va présenter le sporoblaste jusqu'à la formation complète de la spore.

» On voit d'abord (dans les formes à deux capsules polaires) le plasma se diviser en trois petites masses inégales, deux plus petites et une plus grosse, fait déjà signalé par MM. Balbiani et Bütschli. Dans les premières vont se former les capsules polaires; la troisième deviendra la masse plasmique de la spore. Chacune des petites masses renferme un noyau : bientôt on y voit se produire, ordinairement dans le voisinage de celui-ci, une petite vacuole arrondie, qui apparaît comme un espace clair, et se distingue du

---

(1) Balbiani, *Leçons sur les Sporozoaires;* 1884.

(2) Bütschli, *Beiträge zur Kenntnis der Fischpsorospermien* (*Zeitschrift für Wiss. Zool.;* 1881). — *Bronn's Thier-Reich*, Bd. I, *Protozoa.*

(3) Gabriel, *Berichte der schles. Gesellsch. f. d. J.*, 1879.

plasma par l'absence de granulations. Sur un point quelconque de la paroi, il se forme une sorte de petit bourgeon protoplasmique qui s'avance dans la vacuole en refoulant sur ses côtés la substance qui remplissait celle-ci : au bout de quelque temps on a ainsi un petit corps piriforme entouré d'une couche claire formée par le contenu de la vacuole et relié par une sorte de pédicule au reste du plasma dont il conserve absolument les apparences. Le pédicule s'étrangle peu à peu et bientôt ce petit corps piriforme devient libre; pendant ce temps il s'est entouré d'une membrane et un filament s'est formé dans son intérieur. Ce dernier dérive évidemment du protoplasma du bourgeon, mais je n'ai pu suivre le mécanisme de sa formation.

» Autour de la capsule polaire ainsi constituée, on trouve des débris du globule plasmique qui lui a donné naissance et le noyau que celle-ci renfermait. Ce dernier reste le plus souvent accolé à la capsule; mais parfois il peut s'en séparer et se trouver englobé dans la masse plasmique de la spore mûre. Dans un précédent travail [1], j'avais considéré ces noyaux comme appartenant à celle-ci et je leur avais attribué une origine différente; l'étude de l'évolution et surtout l'emploi d'une meilleure technique me permettent aujourd'hui de rectifier mon erreur et de donner aux faits leur véritable signification.

» Pendant leur formation, les capsules polaires n'ont pas de direction fixe; ce n'est que dans la suite qu'elles s'orientent et viennent prendre leur place définitive.

» Quant à la troisième masse qui s'est formée dans le sporoblaste, elle est destinée à donner la masse plasmique de la spore; on y trouve de très bonne heure deux noyaux généralement rapprochés l'un de l'autre et qui persistent jusqu'à la maturité. Ces deux noyaux préexistent-ils dans le sporoblaste, qui en contiendrait alors primitivement quatre, ou résultent-ils de la division d'un noyau unique, comme cela doit être si l'on admet avec Bütschli que le sporoblaste ne renferme que trois noyaux? C'est ce que mes observations ne m'ont pas permis de constater.

» Jusqu'à ce moment les spores sont arrondies ou oblongues; elles ne tardent pas à prendre leur forme définitive en s'entourant d'une enve-

---

[1] THÉLOHAN, *Sur la constitution des spores des Myxosporidies* (*Comptes rendus*, 9 décembre 1889). — *Contributions à l'étude des Myxosporidies* (*Annales de Micrographie*, février 1890).

loppe dont l'origine m'a malheureusement échappé. Dans les spores à queue, cet appendice est d'abord replié sur un des côtés de la spore et reste dans cette situation jusqu'à la rupture de l'enveloppe de la sphère primitive qui persiste assez longtemps.

» Il n'est pas rare, surtout chez la Tanche, de rencontrer des spores avec trois et jusqu'à huit capsules. J'ai toujours trouvé un noyau en rapport avec chacune de celles-ci; leur formation doit donc se faire de la manière ordinaire. Dans ce cas, le sporoblaste a dû sans doute renfermer un nombre anormal de noyaux; parfois même il semble probable qu'une seule spore se forme aux dépens de la sphère primitive.

» *En résumé*, les principaux résultats de mes recherches sont les suivants :

» Le noyau des Myxosporidies se divise par karyokinèse;

» 2° Les capsules polaires se forment aux dépens de petites masses de plasma qui se différencient dans le sporoblaste et renferment un noyau; le mécanisme de leur formation offre beaucoup d'analogies avec ce qui a été observé par Bedot dans les nématoblastes des Vélelles et des Physalies ([1]);

» 3° La masse plasmique de la spore dérive d'une autre partie du sporoblaste; elle renferme deux noyaux et une vacuole à contenu colorable en rouge brun par l'iode, dont j'ai déjà signalé l'existence, et dont la présence ou l'absence est constante dans une même forme. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur le Saumon de Norvège*. Note de M. **J. Kunstler**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Depuis quelques années déjà, j'ai montré que les Saumons de France présentent des mœurs particulières et des plus remarquables. Pour remonter nos cours d'eau, ils se réunissent en groupes, de taille et de poids plus ou moins uniformes. Ce sont d'abord les grands individus qui se présentent, puis progressivement des catégories de plus en plus petites, de telle sorte qu'on ne saurait jamais pêcher simultanément de gros et de petits Saumons. Suivant la saison, on capture les uns ou les autres. Les plus gros montent en hiver à partir du mois de novembre; les plus petits s'ob-

([1]) Bedot, *Recherches sur les cellules urticantes* (*Recueil zoologique suisse*; 1888)

servent au mois de juillet. Entre ces deux extrêmes, il y a toutes les transitions.

» En Norvège, dans la petite rivière de Nidelven, qui n'a que quelques kilomètres de longueur et où fonctionne, entre autres, la pêcherie de M. C. Boc, il n'en est pas de même, et les mœurs du Saumon paraissent présenter de profondes et intéressantes différences avec celles de notre Saumon indigène.

» Tout d'abord, d'après les affirmations catégorique des pêcheurs, le Saumon ne monte, dans ce cours d'eau norvégien, qu'à partir du mois de mai. Aussi la pêche n'y commence-t-elle qu'à cette époque, tandis qu'en France on ne saurait capturer les beaux Saumons qu'au commencement de l'automne.

» Ce retard anormal de la montée ne constitue pas la seule particularité caractérisant les mœurs de ce poisson. L'ordre de migration, si régulier en France, y est indistinct. De petits et de gros Saumons se présentent et se pêchent en même temps. Les catégories, si nettes de la Dordogne, ne paraissent pas pouvoir être observées là. Aussi peut-on simultanément s'y procurer de petits et de grands individus de fraîche montée. Cette dernière opération n'est possible, chez nous, que pour les poissons ayant subi en plus ou moins grande partie leur métamorphose sexuelle, ayant séjourné, ainsi que je l'ai démontré, longtemps dans l'eau douce et à la fin des périodes actives de monte.

» D'après ces caractères différenciels, il se pourrait qu'on eût affaire là à une espèce de Saumon différente de la nôtre, quoiqu'il ne soit pas impossible que ces mœurs ne fussent l'effet d'une adaptation particulière à des conditions d'existence spéciales. Pour la France même, j'ai déjà fait voir qu'on trouve de nombreuses variétés de Saumons, bien distinctes suivant les cours d'eau où on les considère. Le Saumon de Norvège est de qualité inférieure; sa chair vire vers le jaunâtre, et il se vend à moitié prix du cours ordinaire.

» Un fait intéressant, qui corrobore d'ailleurs pleinement la constatation analogue que j'ai déjà établie pour notre Saumon indigène, est que la ponte du Saumon norvégien a lieu au mois de novembre. L'époque de la reproduction de ces deux types est donc à peu près la même. Il est, de plus, probable que des constatations scientifiques ultérieures établiront pleinement la généralité de ce fait, quelles qu'aient pu être les affirmations d'auteurs antérieurs. »

ZOOLOGIE. — *Les Coléoptères parasites des Acridiens. Les métamorphoses des Mylabres.* Note de M. **J. Kunckel d'Herculais**, présentée par M. E. Blanchard.

« Depuis que M. J.-H. Fabre, par ses magnifiques observations, a fixé l'attention sur les mœurs singulières des Cantharidides, et a découvert le phénomène de l'hypermétamorphose, bien des naturalistes se sont attachés à suivre le développement des différents types de cette famille, remarquable par ses habitudes parasitaires.

» Malgré toutes les recherches, les conditions d'existence, le mode d'évolution, les diverses phases du développement des représentants du genre Mylabre sont demeurés inconnus; ce genre renferme cependant plus de 300 espèces, répandues en grand nombre dans la plupart des régions de l'ancien monde. Cette année même, M. le Dr Beauregard, dans son Ouvrage si riche en documents et en observations, écrit : « On ne sait » rien encore sur les habitudes larvaires des Mylabres [1]. » Plus récemment (octobre 1090), M. le Dr Chobaut s'exprime ainsi : « Nous ne pos» sédons aucun fait positif pouvant servir à éclairer le problème du para» sitisme des Mylabres, nous n'avons que des hypothèses. Toutes sont » possibles, mais aucune d'elles, peut-être, ne renferme la vérité, qui est » probablement plus curieuse encore qu'on n'a pu l'imaginer [2]. »

» On obtient facilement la ponte de plusieurs espèces; on fait éclore les œufs; on décrit et figure les larves naissantes, ou triongulins (Valéry Mayet, 1876; Alex. Becker, 1880; Ric. Gorriz, 1882; J.-H. Fabre, 1886; H. Beauregard, 1890; Lapeyre et Chobaut, 1890); mais toutes les tentatives d'éducation échouent misérablement.

» L'opinion généralement admise est que les larves de Mylabres vivent au détriment des Hyménoptères mellifères, à la façon des Méloés et des Sitaris; aussi leur offre-t-on soit des estomacs d'Abeilles, des larves de Colletes (V. Mayet), soit des œufs de Cératines, d'Anthidies, de Fourmis (Gorriz), ou bien la pâtée recueillie par différents apiaires (Gorriz,

---

(1) H. Beauregard, *Les Insectes vésicants*. Paris, 1890, p. 326.

(2) A. Chobaut (d'Avignon), *Sur les mœurs des Mylabres* (*Le Coléoptériste*, 1er octobre 1890, tirage à part, p. 11).

Lapeyre, Chobaut); elles dédaignent ces aliments. On met à leur portée des larves de Diptères (V. Mayet), des cadavres de Mouches, du pain blanc, des écorces, de l'herbe, divers fruits (Becker), des œufs desséchés d'Acridiens (Lapeyre et Chobaut); quelle que soit la nourriture donnée, elles la refusent.

» En présence de ces insuccès d'éducation, il est intéressant de passer en revue les opinions des naturalistes sur les habitudes larvaires des Mylabres.

» M. Valery Mayet constate que leurs triongulins sont gros, lourds, dépourvus d'appareil fixateur, et pense qu'ils ne peuvent se cramponner aux poils des Hyménoptères; ils doivent gagner eux-mêmes les nids de ces insectes. M. J.-H. Fabre prend une larve naissante et lui présente un Halicte pour voir s'il s'établira sur l'insecte; son offre est dédaignée. L'expérience confirme l'observation : « La jeune larve, dit-il, ne doit pas » se faire véhiculer jusqu'à la bourriche de gibier ou le pot à miel, plus » probablement, mais doit s'y rendre elle-même. » Gorriz déduit de ses essais infructueux que les Mylabres ne sont pas parasites des Hyménoptères, mais des Orthoptères ; il s'agit là d'une hypothèse qu'il se réserve de vérifier par la suite. Le professeur Riley et le Dr Beauregard, remarquant que les larves de Mylabres ont une grande ressemblance avec celles des Epicantes, sont conduits à présumer qu'elles sont parasites des nids d'Orthoptères ; mais ce dernier n'ayant jamais eu en sa possession de triongulins vivants pour faire des expériences, n'ayant jamais rencontré — et pour cause — de larves de Vésicants dans les coques ovigères du *Stauronatus Maroccanus* qu'il se fait envoyer d'Algérie, suppose « que les jeunes » Mylabres, à l'exemple des Cérocomes, vivent en parasites dans les » cellules de quelque Hyménoptère nourrissant ses larves de jeunes » Orthoptères ou de quelque autre pâture animale. »

» Au cours de la Mission dont je suis chargé en Algérie, je découvris, dès le début en 1888, différentes formes larvaires de Cantharidides dans les coques ovigères des Acridiens, particulièrement dans celles du *Stauronotus Maroccanus*, le dévastateur de la colonie; en 1889, j'annonçais que j'avais pu vérifier les belles observations de M. Riley, si importantes au point de vue de la phylogénie des Insectes coléoptères [1].

---

[1] J. Kunckel d'Herculais, *Les Acridiens et leurs Invasions en Algérie* (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 276, 1re sem.; 11 février 1889).

» Mais la recherche et l'éducation de ces larves de Vésicants ne se fait pas sans difficultés. Étant donnée l'immense étendue de territoire occupée par les pontes des Stauronotes, ces oophages sont rares; leur présence dépend des terrains dans lesquels les Orthoptères ont déposé leurs œufs, est en rapport avec les régions, suivant que le sol porte en plus ou moins grande abondance les fleurs favorites des Cantharidides adultes; il faut une certaine connaissance des lieux pour juger si tel ou tel gisement est susceptible de recéler les parasites recherchés : inexpérimenté, on ouvre des centaines d'oothèques sans en rencontrer un seul. Pour découvrir les larves, il ne suffit pas de soulever les opercules des coques ovigères, il faut les éventrer. Si l'on opère en octobre, les larves que l'on rencontre sont à leur second âge, et affectent, selon l'expression de Riley, la forme *Caraboïdes*. Troublées dans leur quiétude, elles abandonnent leurs retraites pour courir çà et là; leur humeur vagabonde est un obstacle à leur éducation; il est, en outre, fort difficile de les maintenir artificiellement dans un milieu favorable à leur développement. Beaucoup de mes élèves se desséchèrent. Si l'on visite, en mars ou avril, les oothèques qui ont hiverné dans les conditions naturelles, on trouve les larves au troisième âge, sous la forme que M. Riley nomme *Scarabœidoides;* ces larves, de tempérament calme, supportent mieux la captivité. Je réussis, en 1888, à les amener à la forme pseudo-chrysalide. Elles devinrent alors la proie des Fourmis. Je pensai que j'étais en présence des formes larvaires d'une *Epicauta*.

» Cette année, instruit par l'expérience, je me plaçai dans des conditions toutes spéciales; je fus plus heureux et pus mener à bien mes éducations. A ma grande satisfaction, en juillet 1890, je vis mes nymphes se transformer en *Mylabris Schrebersi*, Reiche.

» Les Mylabres se développent donc à la façon des Épicautes, si bien observés aux États-Unis par le professeur Riley; leurs larves vivent dans les coques ovigères des Acridiens et se nourrissent des œufs de ces Orthoptères. Comme les Épicautes, les Mylabres revêtent successivement les formes triongulin, carabidoïdes, scarabæidoïdes, se changent en pseudochrysalides, reviennent à l'état scarabæidoïdes, puis se transforment en nymphes et en insectes parfaits.

» Ainsi tombent toutes les hypothèses émises sur les conditions d'existence et le mode de développement des Mylabres. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les moyens 1° de reconnaître les sections parallèles à g^1 des feldspaths, dans les plaques minces de roches; 2° d'en utiliser les propriétés optiques.* Note de M. **A.-Michel Lévy**, présentée par M. Fouqué.

« Les sections de feldspath les plus faciles à reconnaître et à utiliser dans les plaques minces de roches sont celles qui appartiennent à la zone de symétrie de la macle de l'albite, perpendiculaire à $g^1(010)$ et passant ainsi par l'axe de rotation de cette macle. J'ai montré que le maximum des extinctions dans cette zone permet de reconnaître rapidement l'*oligoclase* (0°), le *labrador* (30°) et l'*anorthite* (au delà de 45°); mais les angles voisins de 20° laissent subsister une indécision regrettable entre les *andésines* et les *albites*.

» D'autre part, les travaux de M. Des Cloizeaux, coordonnés et continués par Max Schuster et par M. Mallard, ont montré que l'extinction sur $g^1(010)$ est caractéristique des espèces feldspathiques, quand on peut spécifier le signe de cette extinction; Max Schuster l'a notée + quand elle s'effectue [au plus près de l'arête $pg^1(001)(010)$] dans l'angle obtus (116°) du profil $ph^1(001)(100)$, et — quand elle s'effectue dans l'angle aigu (64°). Les extinctions sont rapportées à l'axe n_p de l'ellipse de section qui est toujours le plus voisin de la trace $p(001)$.

» Dans des cas assez nombreux, il est possible de reconnaître, avec une suffisante approximation, les sections parallèles à $g^1(010)$ et de les orienter de manière à les faire servir au diagnostic, si important à préciser, des feldspaths.

» Nous rappellerons d'abord les profils les plus habituels des faces $g^1(010)$.

$pa^1(001)(\bar{1}01)$	130°
$pa^{\frac{1}{2}}(001)(\bar{2}01)$	100°
$ph^1(001)(100)$	116°

» Les faces $p(001)$ sont jalonnées par de fins clivages rectilignes, généralement bien visibles aux forts grossissements. Les clivages *m*, plus irréguliers, sont souvent reconnaissables.

» Quand les macles de l'albite existent, elles s'élargissent démesurément au fur et à mesure que les sections s'approchent de $g^1(010)$, leur

face d'association laisse sur la plaque mince un contour de plus en plus incertain et de moins en moins rectiligne ; les superpositions se font suivant des biseaux aigus : en lumière parallèle, les extinctions et les signes des diverses lamelles se rapprochent et tendent à se confondre. En lumière convergente, les images sont superposables, mais retournées de 180°; chacune d'elles est à peu près centrée par rapport à n_g dans l'*albite*, l'*oligoclase* et les *andésines* acides ; dans les *labradors* et les *anorthites*, on ne voit plus qu'une des branches d'hyperbole passant par un axe optique.

» Les macles de la péricline présentent les mêmes propriétés optiques que celles de l'albite, ayant sensiblement le même axe et la même rotation. Mais leur face d'association appartient à la zone ph^1(001)(010) et se profile nettement sur g^1(010); elle suit à peu près le signe + ou — des extinctions, tout en restant assez voisine de p(001), pour ne pas permettre un diagnostic suffisamment précis.

» Dans un grand nombre de cristaux en lamelles aplaties suivant g^1(010), la macle de Carlsbad se présente avec une constance et une régularité extrêmes; les lamelles sont constituées par deux individus accolés suivant cette macle, se pénétrant et d'égale épaisseur : elle apporte un précieux moyen de diagnostic pour reconnaître et orienter les faces g^1(010). Ces dernières appartiennent en effet à la zone de symétrie de la macle de Carlsbad qui passe par l'axe de rotation $h^1 g^1$(100)(010); si donc les traces des faces p(001) des deux individus coupés font entre elles des angles d'environ 52° et 128° et si les extinctions (rapportées aux sens négatifs) sont symétriques par rapport aux bissectrices de ces angles, on est sûr d'avoir affaire à des faces g^1 (010) et les angles d'extinction sont caractéristiques; supposons d'abord ces directions d'extinction $n_p n'_p$ comprises dans l'angle aigu $pp' = 52°$; elles correspondent au signe + de Max Schuster et l'on a :

Pour l'*albite* l'angle	$n_p n'_p = 12°$ correspondant à...	+ 20°	de Max Schuster
Jusqu'à l'*oligoclase* andésine	$n_p n'_p = 52°$ correspondant à...	0°	de Max Schuster

» Si les directions d'extinction sortent de l'angle aigu et en comprennent les traces, on est dans le cas du signe — de Max Schuster et le tableau se continue ainsi :

Pour l'*oligoclase andésine*	$n_p n'_p = 52°$	0°	de Max Schuster
labrador	$n_p n'_p = 102°$	— 25°	»
anorthite	$n_p n'_p = 126°$	— 37°	»

» On peut joindre à ce tableau les chiffres de l'*orthose* et de certains *anorthoses* :

Orthose $n_p n'_p = 42°$ .... $+ 5°$
Anorthose $n_p n'_p =$ de $42°$ à $34°$.................. $+ 5°$ à $+ 9°$

» Le *microcline* présenterait les mêmes angles, mais tandis que la trace de la macle de la péricline coïncide sensiblement avec $p(001)$ dans l'anorthose, elle lui est presque perpendiculaire dans le microcline, ce qui est très caractéristique.

» Grâce à ce nouveau moyen de diagnostic, j'ai pu préciser la détermination d'un grand nombre de feldspaths dans les laves d'Auvergne ; j'ai notamment pu étudier, dans les *domites* des Puys, le *labrador* et l'*anorthose* en grands cristaux; dans les *andésites*, l'*andésine* et l'*oligoclase* en lamelles aplaties, etc.

» Ces vérifications paraissent confirmer, suivant la théorie de M. Tschermak, l'existence de feldspaths intermédiaires entre les principaux types nommés, tout au moins parmi les cristaux de première consolidation. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 NOVEMBRE 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur Éd. Phillips; par M. H. Léauté.

« La Mécanique appliquée est intermédiaire entre la Mécanique rationnelle et la Mécanique pratique. La première ne considérant que des êtres fictifs, à propriétés précises et simples, admet l'entière rigueur des considérations mathématiques. La seconde s'occupant des corps naturels, à propriétés souvent mal définies, peu connues et toujours complexes, s'interdit toute conception théorique et ne relève que de l'expérience. Entre elles, participant de l'une et de l'autre, utilisant à la fois les enseignements des deux, appliquant les ressources de l'Analyse en même temps que les résultats expérimentaux, se place la Mécanique appliquée.

» Son développement est de date récente et, pour en trouver l'origine, il suffit de remonter à moins d'un siècle. Elle apparaît avec la Physique mathématique, et ces deux sciences, nées au même moment, se constituent

simultanément; leur marche pendant plus de cinquante ans est parallèle et les Mémoires de Prony, de Navier, de Poncelet, de Coriolis et de Clapeyron sont contemporains des Mémoires de Laplace, de Fourier, d'Ampère, de Poisson et de Cauchy.

» Ce n'est point là l'effet du hasard; une raison supérieure préside à ce parallélisme; la Mécanique appliquée et la Physique mathématique ont plus d'un point commun. Abordant les questions dans le même esprit, usant des mêmes procédés, chacune d'elles met en œuvre les méthodes des Mathématiques pures après avoir fait des hypothèses simplificatives qui en permettent l'application et chacune d'elles, en raison même de ces hypothèses, doit recourir à l'expérience pour vérifier les résultats obtenus.

» La Mécanique appliquée trouve d'ailleurs souvent dans la Physique mathématique un point de départ et un appui; elles se rencontrent dans de nombreuses questions et ne se séparent guère nettement que par le but poursuivi. La Physique mathématique a pour objectif dernier la recherche de la constitution intime des corps et des lois qui la régissent; la Mécanique appliquée, au contraire, laisse systématiquement de côté cette constitution et donne simplement aux praticiens des règles rationnelles pour l'édification de leurs constructions ou l'agencement de leurs machines.

» Cette différence de but explique la différence d'éclat des deux sciences. La Physique mathématique s'attaque à des questions d'un caractère élevé; la Mécanique appliquée traite des sujets plus modestes, aussi ardus peut-être, mais qui n'ont pas le prestige des grands problèmes de la philosophie naturelle.

» C'est une science difficile, toute de mesure, capable de fournir, en des mains habiles, de précieux résultats, mais exigeant de ceux qui s'y consacrent des qualités toutes spéciales.

» Il ne leur suffit pas, en effet, de posséder toutes les connaissances théoriques nécessaires pour établir les équations, les transformer, les discuter ou les résoudre; il ne leur suffit pas d'être en mesure de diriger les expériences pour obtenir des coefficients, apprécier des grandeurs relatives de termes ou vérifier des conclusions; il leur faut encore distinguer au préalable dans chaque phénomène le point important et la voie à suivre; ne jamais perdre de vue, au milieu de la complication des calculs, le but à atteindre; se rendre compte du champ d'exactitude des formules obtenues; démêler ce qui est négligeable et ce qui ne l'est pas; raisonner juste, enfin, tout en cessant de calculer avec rigueur.

» Ces qualités si rares, Phillips les avait à un haut degré; aussi a-t-il laissé une œuvre importante qui préservera son nom de l'oubli.

» Édouard Phillips est né à Paris le 21 mai 1821; son père était Anglais, sa mère Française; il voulut être Français et le devint après sa réception à l'École Polytechnique. Dès le premier classement, il obtint le second rang; ce fut celui qu'il garda. Le major de la promotion était Rivot, que de beaux travaux de Docimasie allaient bientôt faire connaître.

» Une amitié profonde, que la mort seule devait rompre, unit, dès leur rencontre, les deux jeunes gens; ils sortirent tous deux de l'École dans le corps des Mines, vécurent pendant plusieurs années dans une grande intimité et publièrent, en 1847, un premier travail que Dufrénoy et Pelouze jugèrent digne d'un rapport à l'Académie.

» C'était un Mémoire de Chimie minérale; il s'agissait de la métallurgie du cuivre. Quelques années auparavant, un industriel anglais avait eu l'idée de griller les pyrites cuivreuses, puis de soumettre la masse, pendant sa fusion même, à l'action d'un courant voltaïque conduit, d'une part, par la sole en graphite et, de l'autre, par une plaque de fonte suspendue à la surface du bain.

» Le procédé avait attiré l'attention et de nombreux essais, infructueux d'ailleurs, avaient été faits pour le rendre économique; Phillips et Rivot reprennent la question et, après de longues recherches, reconnaissent que, dans ce traitement, le fer seul a une action et que le courant n'y fait rien; ils sont ainsi conduits à modifier la méthode et parviennent à l'améliorer en adoptant comme réducteurs, le charbon avant ou pendant la fusion, le fer pour la période consécutive.

» Ces expériences présentaient de l'intérêt, non seulement par les résultats industriels qu'elles pouvaient fournir, mais surtout par l'étude qui y était faite de l'action d'un courant énergique sur le sulfure et le silicate de cuivre fondus au rouge. Les deux jeunes ingénieurs avaient compris que cette électrolyse par fusion ignée, pour être sans résultat dans le cas actuel, n'en constituait pas moins une idée d'avenir; les progrès auxquels nous assistons, en ce moment même, dans la métallurgie de l'aluminium, leur donnent raison.

» Au cours de leurs essais, ils avaient été conduits à examiner les éléments minéraux dont on garnit les creusets et à rechercher la conductibilité électrique des principales roches à haute température. Les résultats qu'ils obtinrent constituèrent leur second et dernier travail en commun.

» Phillips, en effet, venait de trouver sa voie; il avait été chargé, en 1849, de la surveillance du matériel au chemin de fer de l'Est; cette nouvelle fonction, en lui offrant de nombreuses questions à traiter, décida de ses

goûts; il laissa Rivot poursuivre sa brillante et trop courte carrière, abandonna sans retour la Chimie et se consacra uniquement à la Mécanique.

» Sa première œuvre dans cette direction fut importante; il parvint à résoudre l'un des problèmes intéressants soulevés par l'exploitation des voies ferrées, le problème des ressorts. Jusqu'alors, les constructeurs ne possédaient, sur ce sujet, aucune règle certaine et précise. Navier avait donné jadis quelques formules relatives à la résistance des poutres superposées; on avait, plus récemment, publié une application timide du calcul aux ressorts composés de feuilles d'égale épaisseur; mais, en réalité, pour le cas général, tout était à faire et, dans les diverses connaissances de la pratique, les ingénieurs en étaient réduits, pour ces appareils, aux tâtonnements.

» Phillips, à l'aide d'une analyse délicate, soutenue et confirmée par des expériences prolongées, obtient la solution complète; il établit la théorie générale et montre que les équations différentielles s'intègrent, quel que soit le profil de chacune des feuilles; puis, se préoccupant des applications, il simplifie les formules auxquelles il est parvenu, les ramène de l'expression très compliquée qu'elles ont tout d'abord à une forme propre au calcul, et arrive ainsi à des règles applicables à tous les cas, qu'il s'agisse de ressorts de suspension, de traction ou de choc.

» Cette théorie le conduit à imaginer un type nouveau pour la suspension, le ressort à auxiliaires; il se compose de deux parties distinctes, savoir d'un dispositif ordinaire à feuilles d'épaisseurs égales qui fonctionne seul dans les charges habituelles et jouit de la flexibilité voulue, puis, au-dessus, d'une ou plusieurs feuilles auxiliaires, d'épaisseur plus grande que les premières, divergeant d'avec celles-ci, ne se mettant en contact avec elles que lorsque la charge dépasse sa limite normale maxima et procurant alors à l'ensemble la résistance absolue demandée.

» Ce nouveau système présentait de réels avantages pour les wagons à marchandises et pour les tenders; il fut immédiatement adopté par toutes les Compagnies. D'ailleurs les règles de Phillips furent acceptées, sans hésitation, dans les ateliers et, un an après son travail, on pouvait dire que tous les ressorts étaient construits d'après les principes qu'il avait donnés.

» C'était là un brillant début; Phillips avait trente ans et son nom était déjà connu dans l'industrie des Chemins de fer; le Mémoire publié l'année suivante allait encore augmenter cette notoriété.

» Il s'agissait cette fois de la coulisse de Stephenson. Cet ingénieux

mécanisme qui, permettant de faire varier, dans certaines limites, la position relative du tiroir et du piston, donne ainsi le moyen, soit de modifier l'admission ou la détente selon les besoins, soit même de réaliser le changement de marche, était devenu d'un usage universel pour les locomotives; mais l'on ignorait les relations qui lient ses divers éléments à la distribution et à l'échappement. Les constructeurs avaient, dans leurs magasins, une série de modèles correspondant aux diverses circonstances de marche et, pour réaliser des conditions données, ils procédaient par approximation, sans méthode, sans régles précises. Certains essais de théorie avaient été faits et n'avaient pas donné de résultats. De fort habiles géomètres avaient reculé devant le nombre des inconnues.

» Phillips a l'idée d'utiliser les propriétés bien connues des centres instantanés de rotation et il arrive ainsi, d'une façon presque immédiate, à des équations intégrales, à des formules simples, d'une application facile.

» Sa solution est si claire, si lumineuse, elle paraît si peu compliquée, qu'on est tenté de croire qu'il était simple de l'obtenir. Il faut se reporter aux tentatives infructueuses qui l'ont précédée pour en comprendre la difficulté et en apprécier le mérite.

» A ce moment de la vie de Phillips, les travaux scientifiques se succèdent sans interruption; chaque année des Mémoires importants sont publiés, des problèmes intéressants résolus. Préoccupé de plus en plus des questions relatives aux voies ferrées, il va résoudre l'une des plus difficiles d'entre elles et montrer, par une œuvre éclatante, que, chez lui, l'ingénieur est doublé d'un analyste profond et sagace.

» Les ponts métalliques, exposés aux vibrations que produisent les passages rapides et répétés de trains d'un poids considérable, avaient donné lieu à de nombreux accidents; calculés pour supporter, dans de bonnes conditions, des charges à l'état statique, ils avaient présenté souvent une résistance insuffisante pour les charges en mouvement; la vitesse du convoi semblait, par les forces dues à l'inertie qui y correspondent, jouer un rôle capital.

» Le gouvernement anglais, justement ému par l'intérêt pratique de ce vaste sujet d'études, avait constitué une Commission spéciale qui, pendant les années 1848 et 1849, avait accumulé, sous la direction de Willis, des expériences nombreuses. Malheureusement, ces expériences, exécutées dans des conditions différentes de celles des applications ordinaires, sur des barres de masses trop faibles par rapport aux corps en mouvement,

avaient été plus curieuses qu'utiles et avaient plutôt servi à mettre en lumière des influences nouvelles qu'à en permettre la mesure. D'autre part, les recherches théoriques n'avaient pas été très loin. Willis, tenant compte uniquement de l'inertie du poids mobile, avait trouvé l'équation différentielle de la trajectoire de ce poids ; Stokes avait intégré cette équation et calculé, dans ces conditions, les flèches aux divers points; puis, ayant ainsi traité le cas fictif où la masse du pont est négligeable vis-à-vis de celle de la charge roulante, il avait examiné le cas opposé où le convoi est supposé de masse très faible par rapport à celle de la poutre. Ces circonstances extrêmes comprennent celles que l'on veut étudier, mais leur étude, pour si intéressante qu'elle soit, ne saurait conduire à des conclusions pratiques suffisamment motivées. Phillips aborde le problème directement et sans faire d'autre hypothèse que de supposer la masse mobile concentrée en un point.

» Dans tous les cas, aussi bien pour la poutre reposant librement sur deux appuis que pour la poutre encastrée aux extrémités, il obtient une équation aux différences partielles du quatrième ordre tout à fait analogue à celle qui régit les vibrations transversales des verges élastiques. Puis, employant une méthode approchée qui lui est propre, il satisfait à cette équation en exprimant l'inconnue par une série ordonnée, suivant les puissances entières de l'abscisse et dont les coefficients sont fonctions du temps. Cette solution, disait de Saint-Venant, se distingue par la hardiesse des expédients, et le savant géomètre n'admettait pas qu'elle fût justifiée. La critique a sa raison d'être. Il n'est ni évident, ni même vrai que l'inconnue puisse se représenter ainsi et Phillips, sans en être effrayé, s'en aperçut bien. Quand il voulut écrire la condition initiale de l'immobilité de la poutre, il ne le put pas; toutes les constantes étaient déterminées avant d'en arriver là; il dût se contenter de prouver, ce qui lui suffisait d'ailleurs, que les mouvements vibratoires résultant d'ébranlements initiaux étaient, dans les limites des applications, sans influence sensible.

» Cette objection ne diminue pas la valeur de ce beau Mémoire; elle ne touche même en rien au degré d'exactitude pratique de ses conclusions. Au point de vue mathématique, de Saint-Venant avait raison; au point de vue de la Mécanique appliquée, Phillips était dans son droit; il n'étudiait pas la question théorique des vibrations dues à une masse mobile, mais bien le problème du passage d'un train sur un pont. La différence de but explique et fait disparaître la contradiction.

» D'ailleurs, à trente-cinq ans de distance, ce Travail reste le dernier

mot de la question ; on n'a pas été plus avant. Les recherches de M. Renaudot, dans lesquelles la charge roulante occupe une certaine longueur de la poutre, reproduisent l'analyse de Phillips, et celles de Bresse, sur le convoi indéfini qui entre par un bout du pont et sort par l'autre, présentaient beaucoup moins de difficulté en raison de l'état permanent qui s'établit.

» Les résultats de Phillips ne passèrent pas inaperçus et Combes, dans un rapport très développé, en fit ressortir, devant l'Académie, l'importance et le mérite.

» Quelques années après, dans le même ordre d'idées, un Mémoire fort intéressant, mais à conséquences pratiques plus éloignées, devait avoir moins de bonheur et, pendant vingt ans, rester peu connu. C'était cependant une œuvre de valeur.

» Il traitait des problèmes de Mécanique dans lesquels les conditions imposées aux extrémités des corps sont des fonctions données du temps. La question était vaste ; la théorie de la chaleur, celle de l'élasticité, la Mécanique pratique elle-même en fournissent de nombreux exemples.

» Certains cas particuliers avaient, du reste, été déjà étudiés. Duhamel, dans deux beaux Mémoires, avait appliqué le principe de la superposition des petits mouvements, pour des cas analogues, soit à la détermination de la propagation calorifique dans les corps, soit aux vibrations d'un système de points matériels. Phillips indique deux nouveaux procédés. Le premier est une extension de la solution sous forme finie, due à d'Alembert, du problème des cordes vibrantes ; il s'applique aux questions dans lesquelles l'équation aux différences partielles est du même type. Le deuxième consiste à ramener la question au cas bien connu où les conditions aux extrémités sont fixes au lieu d'être fonctions du temps ; il suppose que ces fonctions sont d'une certaine forme, mais cette forme est, heureusement, celle que l'on rencontre le plus souvent dans les machines.

» Ce Mémoire, digne d'attention, resta presque ignoré ; il le serait peut-être encore si, en 1882, une circonstance heureuse ne l'avait tiré de l'oubli. MM. Sebert et Hugoniot étudiant, pour les bouches à feu, les effets du tir sur les affûts et voulant appliquer le calcul à certains mouvements ondulatoires que leurs appareils enregistreurs leur avaient révélés, furent amenés, sans connaître les conclusions de Phillips, à une solution très voisine de la sienne ; la rectification que, mieux informés, ils firent ensuite, mit en lumière ce travail trop oublié et en fit apprécier l'intérêt.

» Ce n'est pas, d'ailleurs, le seul des écrits de Phillips que sa modestie laissa trop dans l'ombre; il parlait quelquefois, dans l'intimité, de deux Notes, peu connues, sur l'équilibre et le mouvement des solides élastiques semblables; ces Notes, auxquelles il attachait du prix, contenaient, en effet, une idée ingénieuse. Pour déterminer, dans un grand nombre de cas, à l'aide d'expériences faites sur des modèles en petit, les résultats relatifs à la résistance et à la déformation de corps semblables mais à dimensions plus fortes, il proposait de suspendre ces modèles de façon convenable, de leur communiquer une rotation uniforme à vitesse déterminée et de remplacer ainsi l'action de la pesanteur par celle de la force centrifuge.

» Nous ne pouvons songer à parler ici de tous les travaux qui, dans l'œuvre de Phillips, mériteraient d'être cités; le nombre en est grand; ceux qu'il a publiés sur le choc des corps solides en tenant compte du frottement, sur le principe de la moindre action et le principe de d'Alembert dans le mouvement relatif, sur la théorie mécanique de la chaleur, etc., portent tous la marque de cet esprit ingénieux et clair; mais il nous reste à exposer les recherches qui ont à peu près rempli la dernière partie de sa vie, celles qui, devenues classiques, ayant donné lieu à d'innombrables applications, ont rendu son nom célèbre dans le monde industriel, celles enfin qui constituent son œuvre capitale : ses recherches de Chronométrie.

» C'est en 1858 que Phillips fit la connaissance de l'horloger Jacob, bien connu dans la chronométrie de précision. Celui-ci lui parla du spiral réglant, lui montra l'importance pratique que présentait son étude et lui suggéra l'idée d'y appliquer le calcul.

» Une question fondamentale se présentait en effet. Réaliser dans les appareils portatifs qui servent à mesurer le temps une précision comparable à celle des horloges fixes. Or, pour ces dernières, l'exactitude obtenue tient à l'emploi du pendule et à l'isochronisme des petites oscillations. Pour les montres, où le spiral imaginé par Huygens remplace le pendule, il fallait trouver un moyen d'assurer l'isochronisme.

» On savait déjà par des expériences de Pierre Le Roy que dans tout ressort plié en hélice il existe une certaine longueur correspondant à des durées égales pour les grandes et les petites oscillations; on connaissait un Mémoire fort intéressant de Ferdinand Berthoud, remontant à près d'un siècle, dans lequel il était arrivé à formuler quelques règles généralement admises; on avait essayé enfin, à de nombreuses reprises, de résoudre la

question en donnant aux extrémités du spiral une forme notablement différente de la forme hélicoïdale, mais on ne possédait pas de procédé certain pour atteindre le but cherché.

» L'extrême complication de forme du ressort spiral semblait d'ailleurs rendre son étude fort difficile; Phillips, cependant, l'aborde par la théorie de l'élasticité. Il part de ce principe que, si l'on construit le spiral de telle sorte que le moment de son action soit, à tout instant, proportionnel à l'angle d'écart du balancier, les oscillations sont certainement isochrones; puis il démontre que ce résultat peut être produit de deux façons, soit en annulant les pressions latérales exercées sur l'axe du balancier, soit en plaçant le centre de gravité du spiral sur cet axe et l'y maintenant pendant la durée du mouvement. Le premier procédé n'exige des courbes terminales qu'une condition très simple, relative à leur centre de gravité, et il se trouve qu'alors le second est vérifié. Ainsi, ces deux manières d'assurer l'isochronisme, si différentes en apparence, rentrent l'une dans l'autre et se réalisent en même temps, d'une infinité de manières, par la forme des courbes terminales.

» La théorie de Phillips fut immédiatement appliquée de tous côtés, et l'horlogerie adopta ses tracé, mis par lui à la portée des praticiens dans un manuel élémentaire. Rarement succès scientifique fut plus rapide et plus éclatant. Tous les concours de chronomètres mirent en évidence l'incontestable supériorité des courbes indiquées, et l'on peut dire que de cette découverte datent les progrès les plus décisifs de l'horlogerie de précision.

» Phillips étend son analyse aux diverses formes de spiraux et montre, dans une longue série de Mémoires, que, pour tous, pour les ressorts sphériques comme pour les coniques, pour ceux qui sont en double cône aussi bien que pour ceux qui sont enroulés sur une surface de révolution, ses conclusions sont applicables. Une fois entré ainsi dans la voie des recherches chronométriques, les questions se succèdent nombreuses et variées; nous ne pouvons mentionner que les plus importantes.

» On sait en quoi consistent les deux épreuves que les horlogers appellent le réglage en position et l'observation de la différence du plat au pendu. Cette dernière a pour effet de faire varier les amplitudes, c'est un essai d'isochronisme du spiral; l'autre est une vérification de l'équilibrage du balancier. Il ne suffit pas, pour la régularité de marche, que le spiral soit isochrone, il faut encore que le balancier lui-même soit bien centré et qu'ainsi son mouvement soit indépendant de la pesanteur. On parvenait

approximativement au résultat, dans la pratique, en ôtant du poids au balancier du côté qui, placé vers le bas, donnait de l'avance; mais ce procédé n'était applicable qu'aux arcs d'amplitude modérée. Phillips traite la question par le calcul et en donne la solution complète. Il trouve, pour les oscillations moyennes, la règle des constructeurs, et montre que, pour les grandes, cette règle doit être appliquée en sens inverse. Son travail est d'un haut intérêt analytique. L'intégration par les séries ne lui ayant rien donné, en raison de la divergence des séries qu'il rencontre, il emploie, pour la première fois en Mécanique appliquée, la méthode de variation des constantes, si féconde en Mécanique céleste. Bientôt après, d'ailleurs, il a l'occasion de l'appliquer à un autre problème. La théorie de l'isochronisme suppose invariable le moment d'inertie du balancier; or, pour parer à l'influence des changements de température, les horlogers compensent les dilatations du balancier, celles du spiral et les variations d'élasticité de ce dernier par l'emploi des lames bimétalliques; mais ces dernières, pour être sensibles, doivent être minces; de là, aux grandes vitesses angulaires, des déformations qui altèrent d'autant plus le moment d'inertie que les amplitudes sont plus considérables. Phillips calcule la grandeur de ces déformations, détermine leur influence sur la durée des oscillations, établit que le spiral théoriquement isochrone ne l'est, en fait, qu'avec des balanciers légers et de petites dimensions; la pratique confirma complètement ses résultats.

» Il fut alors conduit à étudier la compensation des températures. Les horlogers, procédant par tâtonnements, réalisent l'égalité de marche aux températures extrêmes; mais l'expérience a prouvé que cette égalité ne s'étend pas aux températures intermédiaires; il reste ce qu'on a appelé l'*erreur secondaire*. Yvon Villarceau avait établi une théorie de la compensation; malheureusement, la complication de ses formules avait découragé les praticiens. Phillips reprend la question au point de vue spécial de la correction de l'erreur secondaire; il arrive ainsi à montrer l'influence prépondérante de la nature des métaux qui forment le balancier et, surtout, le spiral; il appelle l'attention à ce point de vue sur les propriétés de l'alliage de palladium et voit ses prévisions justifiées par les essais nombreux qui sont faits de toutes parts.

» La théorie du spiral réglant établit une relation très simple entre la durée des oscillations, le moment d'inertie du balancier, la longueur et le moment élastique du spiral; cette relation permet donc de calculer le coefficient d'élasticité d'une substance quelconque, pourvu qu'on puisse l'étirer

en fil et la façonner en hélice à courbes théoriques. D'autre part, on a aussi une équation entre le moment élastique du spiral et le moment de la force nécessaire pour le maintenir à un écart donné de sa position d'équilibre. De là deux procédés pour la détermination des coefficients d'élasticité, procédés très pratiques, susceptibles d'être employés dans les recherches les plus délicates, car ils donnent une grande précision et n'exigent qu'une petite quantité de matière.

» Pendant les trente dernières années de sa vie et au milieu d'autres travaux, Phillips poursuivit, sans jamais les perdre de vue, ses recherches de chronométrie ; en 1886, il avait entrepris à l'Observatoire des expériences prolongées sur un système propre à rendre isochrones les oscillations du pendule pour des angles variant de 1° à 5°; le Mémoire contenant les résultats était fait, il n'a pas été publié.

» Phillips est mort le 14 décembre 1889, alors que rien ne faisait prévoir cette fin si rapide; peut-être les fatigues excessives qui lui furent imposées durant les derniers six mois par les examens de sortie à l'École Polytechnique et par les présidences successives du Jury de la Mécanique à l'Exposition universelle, du Congrès de Chronométrie, du Congrès de la Mécanique appliquée, peuvent-ils expliquer cette catastrophe.

» C'est que Phillips ne savait pas remplir une fonction sans s'y consacrer avec ardeur; toute sa vie, en toutes circonstances, il a été un homme de devoir. Dans les diverses places qu'il a occupées, dans ses travaux d'ingénieur, dans ses écrits scientifiques, dans ses cours, dans ses examens, il a montré toujours la plus scrupuleuse conscience; ses recherches en témoignent; il ne les publiait d'ordinaire qu'après avoir, pendant une longue période, réuni des expériences pour en vérifier les résultats; jamais satisfait de lui-même et toujours disposé à l'être des autres, incapable d'appeler l'attention sur ses travaux, mais prêt en toute occasion à mettre en lumière ceux de ses élèves, il a été le type parfait du savant sincère, bienveillant et modeste; il laisse, avec une œuvre considérable, dont certaines parties sont de premier ordre, le souvenir d'un esprit éminent, d'un professeur remarquable et d'un homme de bien. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur le nom du bronze : nouvelles indications.* Note de M. **Berthelot.**

« L'origine du nom du bronze a donné lieu à des controverses que j'ai rappelées dans mon *Introduction à la Chimie des anciens et du moyen âge*

(p. 276-279), en apportant des textes inédits, tirés des alchimistes grecs. Ces textes, extraits d'un Manuscrit écrit au XIe siècle de notre ère, et rapprochés de deux passages de Pline l'Ancien, m'avaient conduit à penser que le nom du bronze était tiré de celui de la ville de Brundusium ([1]), siège de certaines fabrications où cet alliage était en effet mis en œuvre : *æs Brundusinum*. Or, j'ai trouvé récemment un texte plus ancien de trois siècles, — car il remonte au temps de Charlemagne, — et dont les indications sont plus décisives encore. Il s'agit d'un Manuscrit découvert dans la Bibliothèque du Chapitre des chanoines de Lucques, et reproduit par Muratori dans ses *Antiquitates Italicæ* (t. II, p. 364-387, *Dissertatio* XXIV); l'Opuscule a pour titre : *Compositiones ad tingenda musiva, pelles et alia, ad deaurandum ferrum, etc. ...., aliaque artium documenta.* — Recettes pour teindre les mosaïques, les peaux et autres objets, pour dorer le fer, etc., et autres documents techniques. Il est écrit dans un latin barbare, mêlé de mots grecs, et sans aucun doute sous l'influence de traditions byzantines. J'espère y revenir plus tard en détail, à cause de son intérêt pour l'histoire des arts et de certaines analogies avec divers textes des alchimistes grecs.

» Je dirai seulement que le mot *vitriolum*, avec le sens même de vitriol, s'y trouve à plusieurs reprises : ce qui fait remonter ce mot beaucoup plus haut que l'époque d'Albert le Grand, le plus vieil auteur où il ait été rencontré jusqu'ici.

» Mais je crois intéressant d'en extraire dès à présent deux articles relatifs au bronze, qui confirment tout à fait mes premiers rapprochements. Ils se trouvent à la colonne 386 de l'ouvrage précité. Je les reproduis avec leurs fautes d'orthographe et de grammaire :

» *De composito brandisii. Compositio brandisii : eramen partes II, plumbi parte I, stagni parte I.* C'est-à-dire, composition du bronze : cuivre, 2 parties; plomb, 1 partie; étain, 1 partie.

» C'est là une formule traditionnelle, qui a passé d'âge en âge jusqu'à nous.

» Elle est suivie dans le Manuscrit de Lucques par la suivante :

» *De alia compositio brandisii. Alia compositio brandisii : eramen partes II;*

([1]) En grec Βρεντήσιον.

plumbi partem I; vitri dimidium et stagni dimidium. Commisces et conflas; fundis; secundum mensuram vasorum facit et agluten eramenti cum afrinitru.

» Autre composition du bronze : cuivre, 2 parties; plomb, 1 partie; verre, une demie; étain, une demie. Mêle et fonds; coule suivant la grandeur des vases (que tu veux couler) et soude le cuivre avec l'aide de l'écume de Natron ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Remarque sur quelques sensations acoustiques provoquées par les sels de quinine;* par M. **Berthelot**.

« Un physiologiste autorisé a pensé que les remarques suivantes pouvaient offrir quelque intérêt : c'est ce qui m'excusera de les présenter ici, aussi brièvement que possible. En effet, j'ai eu l'occasion d'observer que les bourdonnements ou bruits internes, tels que je les percevais après l'ingestion d'un sel de quinine (lactate), constituaient la sensation d'un bruit continu, comprenant un ensemble de sons simultanés, compris dans toute l'étendue des sons perceptibles, depuis les plus graves, qui apparaissent avec une grande intensité, jusqu'aux plus aigus, avec perception nette des intermédiaires. Il est facile d'analyser le phénomène la nuit, lors des premières impressions provoquées par la quinine. Plus tard, son intensité diminue, il n'est plus possible d'établir des distinctions claires, et le tout se réduit à une sensation de sifflements confus.

» Le phénomène observé dans ces conditions paraît répondre à une excitation générale du nerf acoustique, reproduisant simultanément tout l'ensemble des sensations que ce nerf est susceptible d'éprouver par l'impression des agents extérieurs; plutôt qu'à un effet secondaire, attribuable à l'état vibratoire de la circulation, ou à quelque modification survenue dans l'oreille moyenne. »

([1]) Fondant destiné à empêcher l'oxydation du métal. C'est un carbonate alcalin (*Introduction à la Chimie des anciens et du moyen âge*, p. 263).

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Un annuaire astronomique chaldéen, utilisé par Ptolémée.* Note de M. **J. Oppert**, Membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

« Une série d'observations lunaires et planétaires vient d'être découverte au Musée britannique, parmi les tablettes cunéiformes, et qui sont jusqu'ici les plus anciennes et les plus détaillées qu'on possède. L'époque en est assez récente; les phénomènes se rapportent à l'an 523 et 522 avant l'ère chrétienne, mais les données sont tellement variées et tellement précises qu'elles peuvent contribuer à confirmer ou à corriger les calculs faits jusqu'à ce jour.

» On sait que les neuf éclipses de lune dont parle Claude Ptolémée dans son grand Ouvrage, connu sous le nom arabe d'*Almageste*, ont été choisies par lui pour exposer quelques-unes des doctrines qu'il développe dans son œuvre célèbre. Il avait connaissance de nombreuses données transmises par Hipparque et d'autres de ses devanciers. D'autre part, des milliers de documents babyloniens sont perdus pour toujours, et il ne nous reste que celui de l'an 7 de Cambyse, ou — 522 à — 521. Par un hasard vraiment extraordinaire, dans cette année 7 de Cambyse eut lieu une éclipse lunaire qui se trouve justement au nombre des neuf phénomènes dont parle Ptolémée. Cet auteur, dans le chapitre qu'il consacre à la grandeur apparente du Soleil, de la Lune et de leurs ombres (V, 14), s'exprime de la manière suivante :

» En l'an 7 de Cambyse, qui est l'an 225 de Nabonassar, mois de Phaménoth, selon les Égyptiens, dans la nuit du 17 au 18, à une heure avant minuit, heure de Babylone, la Lune fut éclipsée, en commençant par le nord, de la moitié de son diamètre.

» L'an 225 de Nabonassar commença le 1er janvier julien de l'an — 522; le 17 Phaménoth ou 7e mois tomba donc le 16 juillet. En effet, Pingré en fixe le milieu à 9 heures de Paris, ou $11^h 51^m$ de Babylone; Oppolzer la place 9 minutes plus tard, à minuit, ce qui correspond à 21^h temps de Greenwich. Pingré lui donne 6 doigts, Oppolzer 6,1, comme Ptolémée l'exprimait en parlant de la moitié de son diamètre.

» A la fin du texte cunéiforme, on lit :

« L'an 7, dans la nuit du 14 Tammuz, $3\frac{1}{3}$ heures après la nuit tombante, éclipse

de Lune. A son *maximum*, la moitié du diamètre disparaît en commençant par le nord.

» Dans la nuit du 14 Tébet, à 5 heures avant le matin, éclipse totale (littéralement : diamétrale) de Lune. A son *maximum*, le midi et le nord disparaissent obscurcis.

» Cette dernière éclipse, dont Ptolémée ne parle pas, est celle du 10 janvier — 521 ; elle fut totale, de 22 doigts, dura en tout cinq heures trente-quatre minutes, et son milieu eut lieu à $1^h 45^m$ de Greenwich, ou $4^h 45^m$ de Babylone ; selon Pingré, elle eut lieu à 3^h du matin, temps de Paris, ce qui nous reporte à $5^h 51^m$ de Babylone. Le texte contemporain donne raison à l'éminent savant viennois, car 5 heures avant le matin, si l'on fixe le lever du Soleil à $7^h 4^m$, nous conduit à $2^h 4^m$ pour le commencement de l'éclipse partielle, fixée par Oppolzer à $2^h 1^m$ du matin, temps vrai de Babylone.

» Jusqu'à ce jour aucun texte contemporain n'était venu confirmer les résultats obtenus par l'Astronomie moderne, et à ce titre le document que nous avons traduit ici pour la première fois peut se prévaloir d'une importance considérable.

» Quant à l'éclipse citée dans l'*Almageste*, elle commença, selon Oppolzer, à $19^h 44^m$ de Greenwich ou $10^h 44^m$ de Babylone. C'est un peu trop tard. Le Soleil se coucha le 10 juillet julien, 10 grégorien, dix-huit jours après le solstice d'été, à 32° de latitude boréale, à 7 heures. L'éclipse, selon le texte cunéiforme, commença donc déjà à $10^h 20^m$; le *maximum* eut lieu à $11^h 36^m$, ce qui cadre mieux avec la donnée de Ptolémée, qui dit, en termes moins précis, qu'elle arriva une heure avant minuit. Il y aurait donc un écart de vingt-cinq minutes, si l'on pouvait prendre à la lettre le témoignage de l'inscription cunéiforme. L'auteur babylonien dit : $1\frac{2}{3}$ dihorie, ce qui équivaut à trois heures et un tiers; on subdivise dans ce système les dihories en quarts, en cinquièmes et en sixièmes, donc en soixantièmes. On pouvait, par conséquent, parler de $1\frac{4}{5}$ dihorie, ou $3^h 36^m$, ou de $1\frac{5}{6}$ dihorie, ou $3^h 40^m$, ce qu'on n'a pas fait. L'astronome du temps de Cambyse qui observa le phénomène céleste l'a placé au moins un quart d'heure avant le temps donné par Oppolzer.

» Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'importance capitale de ce texte cunéiforme pour la chronologie orientale : par la combinaison de ce document avec d'autres données, on arrive à la certitude que Cambyse fut dépossédé par le Pseudo-Smerdis en avril — 520, et que ce dernier fut supplanté par Darius Ier en octobre de la même année. Comme nous connais-

sons des contrats datés de l'élul ou septembre de l'an 36 de ce roi, on peut conclure que Xerxès ne règnait pas encore en septembre —484, et on peut combiner cette date avec celle qui est fournie par l'éclipse solaire, dite de Xerxès, qui arriva le 2 octobre —479. Mais ce point ne nous occupe pas ici en première ligne.

» Le document dont nous parlons, et qui a été publié par le P. Strasmaïer (Cambyse, n° 400), fournit sur son *recto* les observations lunaires pendant les treize mois synodiques qui forment l'an 7 de Cambyse, c'est-à-dire à partir du 5 avril —522 au 23 (24) avril —520. Ce sont des chiffres auxquels on ajoute les mots de *coucher, lever, opposition, phase*, mais nous ne savons pas encore ce que signifient les chiffres du texte. Le P. Epping qui s'est occupé avec sagacité et succès des mêmes données trouvées dans les Tables des Arsacides, quatre siècles plus tard, a essayé de les interpréter; mais, quoique le savant jésuite soit astronome de métier, nous nous permettons de douter de l'exactitude de ses traductions; elles ne disent pas ce que l'original veut exprimer. Il faut se souvenir des avertissements que Biot adressait aux égyptologues, au sujet du danger qu'il y avait à supposer aux données antiques une méthode scientifique que l'état de leurs connaissances ne pouvait leur fournir. Nous croyons que les coefficients de ces chiffres ne sont pas toujours les mêmes, et que ceux pour qui ces documents étaient composés en savaient comprendre les abréviations et les sous-entendus applicables à chaque cas.

» Le *verso* du document contient des observations relatives à Jupiter, Vénus, Saturne et Mars, datées par mois et par jours; puis l'énumération des conjonctions planétaires, sans aucune remarque astrologique. Il finit par l'indication des éclipses de Lune qui ont eu lieu pendant cette année de treize mois synodiques.

» Mais il faut observer que les données concernant la disparition et la réapparition des quatre planètes s'étendent au delà de la septième année : une observation relative à Mars date même de l'an 9 de Cambyse, 9 Iyar (20 mai, —520), où ce prince ne vivait plus, et était remplacé par le Pseudo-Smerdis depuis deux mois. Nous possédons un texte de 19 jours antérieur, signé au nom de Smerdis. Cela fait accroire que cette observation est le résultat d'un calcul fait d'avance.

» Le chiffre de 30 après le mois qui commence indique que le mois précédent n'avait eu que 29 jours, tandis que la mention de jour premier fait connaître que le mois qui finissait avait eu 30 jours pleins.

» Voici notre traduction du document, résultat de vingt années de recherches :

An 7 de Cambyse, roi de Babylone.
Nisan, le 1 (effacé), la Lune paraît.
.... après le lever.
La nuit du 13, changement à 9^h, opposition.
Le 13, à 2,30, coucher.
La nuit du 15, à $8^h 20^m$, obscurité (nuit).
Le 15, à 7,30 (degrés de l'est?), lever.
Le 28, 26 (heures avant la néoménie, la Lune disparaît).
Iyar, 30 à 20,3 (visible).
Le 12, à 8,20, coucher.
La nuit du 14, à 1, opposition.
Le 14, à 1,40, lever.
La nuit du 15, à 14,30, nuit (obscurité).
Le 27, à 21, disparition.
Sivan, 30, à 18,30, visible.
La nuit du 14, 9,30, opposition.
Le 14, à 4, coucher.
La nuit du 15, à 5, nuit.
Le 14, à 8,30, lever.
Le 27, à 24, disparition.
Tammuz, à 27, visible.
Le 13, à 11, coucher.
La nuit du 14, à 4, opposition.
La nuit du 15, à 8,30, nuit.
Le 27, à 15, disparition.
Ab, le 30....
Le 14, à 3,30, coucher.
La nuit du 15, à 2....
Le 15, à 11, lever.
La nuit du 16, à 7,30, nuit.
Le 27, à 22,30, disparition.
Elul, le 1, à 15,40, visible.
Le 13, à 11, coucher.
Le 14, à 4, lever.
La nuit du 16, à 1,20, opposition.
La nuit du 16, à 8,30, nuit.
Le 28, à 15, disparition.
Tisri, le 1, à 16,40, visible.
Le 13, à 6,30, coucher.
La nuit du 14, à 7,30, opposition.
Le 14, à 12, lever.
La nuit du 15, à 3, nuit.

Le 28, à 22, disparition.
Marschesvan, le 30, à 12,40, vis.
Le 13, à 15, coucher.
Le 14, à 5, lever.
Le 15, à 1, opposition.
La nuit du 16, à 14, nuit.
Le 26, à 26, disparition.
Cislev (détruit).
Tébet, ...
La nuit du 14, à 5, ...
La nuit du 15, à 10,30, nuit.
Le 27, à 24, disparition.
Sebat, le 1, à 22, vis.
La nuit du 13 à 17(?),30, opposition.
Le 13, à 4,40, lever.
La nuit du 14, à 1,40, nuit.
Le 14, à 7, lever.
Le 27, à 27, disparition.
Adar, le 30, à 15,30, vis.
Le 12, à 10,30, coucher.
La nuit du 13, à 5,20, opposition.
Le 13, ni coucher ni lever.
La nuit du 14, à 10, nuit.
Le 26, à 23, disp., reparut le 27 à 12.
Véadar, le 1, à 19, visible.
La nuit du 13, à 2,30, opp.
Le 13, à 5,20, coucher.
La nuit du 14, à 3, nuit.
14, à 5,40, lever.
Le 27, à 21, disp.
(En marge, quelques remarques illisibles.)
L'an 7, le 22 Ab (22 août — 522).
Jupiter disparaît (héliaquement) en avant de la Vierge (*Kihal*).
Le 22 Elul (21 sept.), il reparaît en arrière de la Vierge.
Le 27 Tébet (23 janvier 521), il s'avance en avant de la Balance (*nur*).
Il y a un second Adar (13e mois), l'an 8; le 8 Iyar (19 mai), il rétrograde au-dessous de la Vierge.
Le 4 Élul (21 sept. — 521), il disparaît en arrière de la Balance.
L'an 7, le 10 Sivan (19 juin), Vénus disparaît dans la tête du Lion.
Le 27 Sivan (29 juin), à l'est (le matin), elle reparaît au-dessous du Cancer.
Le 8 Adar (5 mars), au matin, elle disparaît en avant de la queue de Me?
Il y a un second Adar. L'an 8, le 13 Nisan (6 mai), elle reparaît.
Le soir, au-dessus du Char (Denebola).
L'an 7, le 3 Elul (2 sept.), Saturne disparaît au-dessous de la Vierge.
Le 13 Tisri (12 oct.), il reparaît en arrière de la Vierge.

Il y a un second Adar. L'an 8, le 29 Ab (16 sept.) — 521, il disparaît.
L'an 7, le 28 Iyar (1er avril), Mars se couche en avant des Gémeaux.
Le 13 Elul (12 sept.), il reparaît dans le pied du Lion.
Il y a un second Adar. L'an 8, le 12 Ab (30 août — 521), il rétrograde.
L'an 9, le 9 Iyar (20 mai — 520), il disparaît en arrière de Régulus.
L'an 7, le 1 Tammuz (3 juillet), la Lune paraît 3 empans en arrière de Mercure.
Le 24 Elul (23 sept.), Vénus paraît au-dessus de Mars (? un peu effacé).
Le 23 Tisri (22 octobre), dans la Balance, Jupiter est en arrière de la Lune de 3 empans.
Le 29 Tisri (28 octobre), dans la Balance, Vénus, du côté du nord, touche de 2 doigts à Jupiter.
Le 12 Tisri (11 oct.), Saturne est en avant de Jupiter d'un empan.
Le 11 Tisri (10 oct.), Mars est en avant de Jupiter de $\frac{2}{10}$ d'empan.
Le 2 Marschesvan (22 oct.), Saturne passe au-dessus de Vénus de $\frac{7}{10}$ d'empan.
Le 5 Tébet (3 janvier), Mercure est près de Vénus d'un demi-empan.
Dans la nuit du 14 Tammuz (16 juillet — 522).
1 dihories $\frac{2}{3}$ ($3^h 20^m$) après la nuit tombante (éclipse de Lune). A son maximum, la moitié du diamètre disparaît, en commençant par le nord.
Dans la nuit du 14 Tébet (10 janvier — 521).
A 2 dihories $\frac{1}{2}$ (5^h), avant le matin (éclipse totale de Lune).
A son maximum, le midi et le nord disparaissent obscurcis.

» Le P. Epping a eu le texte à sa disposition, grâce à l'obligeance de son Collègue, le P. Strassmaier, et il a calculé la plupart des données relatives aux planètes, avant leur publication. Il s'est servi des éléments donnés par Le Verrier, et a trouvé ces derniers conformes aux indications fournies par le texte cunéiforme. Cette inscription contient donc une glorieuse confirmation des œuvres du grand astronome français, la plus ancienne qu'on possède, et venue d'un côté d'où l'on ne pouvait guère s'y attendre. »

M. J. **Bertrand** fait hommage à l'Académie d'un volume qu'il vient de publier sous le titre « Blaise Pascal ».

M. **de Jonquières** fait hommage à l'Académie d'un opuscule qu'il vient de publier sous le titre « Écrit posthume de Descartes : *De solidorum elementis;* texte latin (original et revu), suivi d'une traduction française avec notes ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **D.-A. Casalonga** adresse deux Notes, intitulées « Sur le coefficient économique du travail de la chaleur » et « Considérations relatives au zéro absolu et aux températures absolues ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Sarrau.)

M. **A. Grippon** adresse, de Toulon, une Note relative à un projet de lampe de mineur.

(Commissaires : MM. Daubrée, Haton de la Goupillière.)

M. **Ern. Aubert**, M. **P. Turlin** adressent diverses Communications relatives aux aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. **Ed. Jannettaz** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Minéralogie, par le décès de M. *Edm. Hébert*.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

ASTRONOMIE. — *Sur la variation annuelle de la latitude, causée par l'inégalité de réfraction dans les marées atmosphériques*. Note de **Dom Lamey**.

« Les couches aériennes d'égale densité qui entourent le globe terrestre ne peuvent théoriquement se maintenir à un niveau constant, non seulement par suite de la distribution inégale de la température, mais, en outre,

par les effets combinés du Soleil et de la Lune, qui doivent produire, par attraction, de véritables marées atmosphériques.

» Depuis une quinzaine d'années, j'ai recueilli sur ce sujet un nombre considérable de notes et d'observations, destinées à la composition d'un long Mémoire où l'existence de ces marées devait être mise en complète évidence; mais j'ai dû, faute de temps pour y travailler, les laisser complètement de côté. Je me bornerai aujourd'hui, vu son actualité, à en signaler un des plus importants Chapitres, relatif aux variations de la déclinaison dans les observations astronomiques.

» Pour ce qui est de la latitude, il est évident qu'elle doit varier journellement, par suite de la réfraction inégale que subissent les astres, observés au travers de la marée atmosphérique. Cette variation dépend de la hauteur du Soleil et de la Lune, et aussi de leur distance.

» Or les recherches d'ensemble, entreprises depuis 1889 dans les observatoires de Berlin, de Postdam et de Prague, ont donné des résultats si absolument concordants, qu'il devient désormais bien difficile de méconnaître l'existence d'une variation systématique de la latitude dans le cours d'une année. Cette variation, que les géodésiens ont peine à admettre comme réelle, c'est-à-dire comme produite par un déplacement du pôle géographique, devient, pour les astronomes, d'une importance capitale; car, si la cause de cette variation est atmosphérique, elle doit affecter toutes les observations de position, et il importe grandement de la bien connaître. Cette cause me paraît résider essentiellement dans l'inégalité de réfraction due aux marées aériennes : l'inspection du Tableau suivant est de nature à en fournir une démonstration préalable.

	A.	DS.	Paris.	Postdam.
Janvier..........	23,4	1,98	0,4	1,5
Février..........	24,3	10,87	2,1	0,9
Mars.............	24,4	21,61	2,4	2,2
Avril............	30,4	32,73	2,4	2,6
Mai..............	35,5	41,76	3,7	3,1
Juin.............	38,7	46,38	4,3	4,0
Juillet..........	39,1	44,47	5,2	4,5
Août.............	32,7	36,74	4,3	4,3
Septembre........	24,7	25,70	4,0	3,6
Octobre..........	22,4	14,57	2,0	2,3
Novembre.........	24,6	4,81	1,6	1,2
Décembre.........	28,1	0,00	0,0	0,0

» On a, pour le 15 de chaque mois, dans la première colonne numérique, la valeur A d'après laquelle la marée aérienne doit se produire; dans la deuxième, la déclinaison DS du Soleil; dans la troisième, la variation de la latitude à Paris, de 1856 à 1861; dans la quatrième, la même variation pour Postdam en 1889. Ces deux dernières colonnes sont empruntées, après transformation de signes, à une publication récente de M. Tisserand (*Bull. astron.*, t. VII, p. 349-350), et les deux premières, à l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1885. La valeur de A, calculée d'après les demi-diamètres apparents et les déclinaisons du Soleil et de la Lune, se trouve aux pages 133 et 134.

» La concordance de A avec les variations de la latitude, à Paris et à Postdam, est des plus frappantes; je ne doute pas que les nombreuses vérifications qui pourront se faire dans la suite, en comparant, par exemple, les grands écarts de la latitude avec les grandes marées, ainsi que les variations de la longitude ou de l'ascension droite des astres, ne donnent à l'explication du phénomène une confirmation de plus en plus accentuée. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Ascension rapide d'une protubérance solaire.* Note de M. **Jules Fényi.**

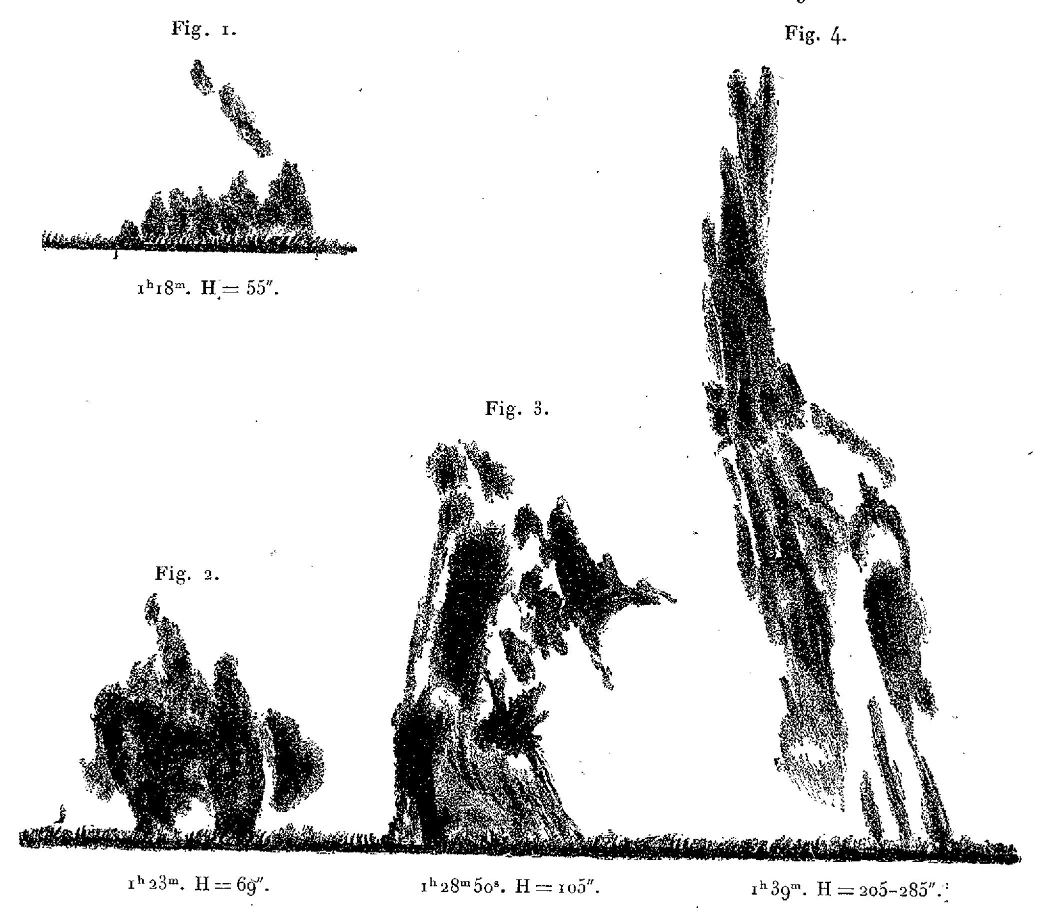
« Le 6 octobre, un peu après 1^h, temps moyen de Kalocsa, on put constater, au bord ouest du Soleil, une protubérance s'étendant de la latitude de $-30°21'$ jusqu'à $-20°13'$; elle s'éleva avec une rapidité telle, qu'elle atteignit, après une demi-heure environ, l'altitude extraordinaire de 235900^{km}. Quelques minutes auparavant, on n'apercevait en ce point que deux petites flammes. Ce qui me détermine à en faire l'objet d'une Communication spéciale, ce n'est pas tant la rareté d'une protubérance aussi gigantesque que la rapidité de son ascension, qui me paraît de nature à éclairer la théorie de ces phénomènes encore peu connus.

» Les trois premiers dessins ont été pris avec toute l'exactitude possible; le quatrième n'a été qu'ébauché : dans ce dernier, on ne doit attribuer d'importance qu'aux contours généraux.

» Les phases de l'ascension ont été observées et mesurées d'une manière suivie. Le Tableau ci-après donne les résultats de ces observations, le temps étant toujours le temps moyen de Kalocsa. Les vitesses moyennes de

la troisième colonne ne sont que des moyennes arithmétiques; il en est de même des accélérations données dans la quatrième colonne.

Protubérance ascendante observée le 6 *octobre* 1890.



» Je ferai remarquer que l'ascension s'est continuée jusqu'à la dissolution de la protubérance, et qu'elle s'est produite avec accélération dans toutes les phases, excepté la deuxième, jusqu'à la hauteur de 170″-204″, où elle a atteint une vitesse moyenne de $275^{km},5$ par seconde. La diminution de vitesse qui s'est produite ensuite pourrait être considérée comme résultant d'une dissolution plus rapide, à une hauteur si considérable. Ce qui est surtout remaquable, c'est l'accélération moyenne extraordinaire de 1071^{m} par seconde, qui a été observée à la hauteur de 170″.

» On est ainsi conduit à admettre que, dans l'ascension d'une protubé-

rance, outre l'impulsion d'en bas, outre la vitesse d'expansion de l'hydrogène et outre la pression aérostatique, il entre encore en jeu d'autres forces répulsives.

» A $1^h 50^m$ la protubérance a commencé à s'évanouir; quelques minutes plus tard, il ne restait, en ce point, que la chromosphère ordinaire.

Temps moyen de Kalocsa.	Hauteur en secondes.	Vitesse moyenne d'ascension en kilomètres.	Accélération moyenne en mètres par seconde.	Temps de cette accélération.
h m s				h m s
1.18.00	53			
		+ 33,8		
23	69		+ 183	1.22.35
		+ 79,8		
26.20	91		− 70	26.22
		+ 67,6		
28.50	105		+ 21	29.36
		+ 72,7		
34.25	139		+ 225	33.20
		+127,7		
37.?	170		+1071	36.51
		+275,5		
39	205		− 180	39.30
		+242,3		
43	285		− 606	42.40
		+121		
45.40	311		− 354	1.45.50
		+ 57,3		
1.49.00	327			

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de* M. Picard. Note de M. **Gustaf Kobb**, présentée par M. Picard.

« Soit

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} + 2d\frac{\partial z}{\partial x} + 2e\frac{\partial z}{\partial y} + fz = 0 \tag{1}$$

une équation linéaire aux dérivées partielles; M. Picard a montré qu'il ne peut exister deux intégrales de cette équation uniformes et continues dans l'aire limitée par un contour fermé C, et prenant sur C la même valeur, pourvu que ce contour soit suffisamment petit.

» On aura, en appelant u la différence de deux intégrales,

$$\int\int_C u\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 2d\frac{\partial u}{\partial x} + 2e\frac{\partial u}{\partial y} + fu\right) dy\, dx = 0,$$

ou, en intégrant par parties,

$$(2)\qquad \iint_C \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + u^2\left(\frac{\partial d}{\partial x} + \frac{\partial e}{\partial y} - f\right)\right] dy\, dx = 0.$$

» La forme entre les crochets sera susceptible d'être remplacée par une forme définie, ce qui nous donnera

$$u = 0, \qquad \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \qquad \frac{\partial u}{\partial y} = 0,$$

si l'on peut trouver deux fonctions réelles et continues B et B′, de façon que

$$(3)\qquad B^2 + B'^2 < \frac{\partial B}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y} + \theta, \qquad \theta = \frac{\partial d}{\partial x} + \frac{\partial e}{\partial y} - f.$$

» C'est la condition donnée par M. Picard.

» Posons maintenant

$$(4)\qquad \frac{\partial B}{\partial x} + \frac{\partial B'}{\partial x} + \theta - B^2 - B'^2 = \varepsilon, \qquad \varepsilon > 0,$$

et, pour résoudre cette équation,

$$B = \frac{v}{w}, \qquad B' = \frac{v'}{w'}.$$

» On aura donc

$$(5)\qquad \frac{1}{w}\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{v}{w^2}\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{1}{w'}\frac{\partial v'}{\partial y} - \frac{v'}{w'^2}\frac{\partial w'}{\partial y} + \theta - \varepsilon - \frac{v^2}{w^2} - \frac{v'^2}{w'^2} = 0.$$

» Déterminons v et v' par les relations

$$-\frac{v}{w^2}\frac{\partial w}{\partial x} - \frac{v^2}{w^2} = 0, \qquad -\frac{v'}{w'^2}\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{v'^2}{w'^2} = 0$$

ou

$$v = -\frac{\partial w}{\partial x}, \qquad v' = -\frac{\partial w'}{\partial y};$$

l'équation (5) se réduit à

$$-\frac{1}{w}\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \frac{1}{w'}\frac{\partial^2 w'}{\partial y^2} + \theta - \varepsilon = 0.$$

» Posons ensuite

$$w = w', \qquad \varepsilon = 0,$$

on aura

$$(6) \qquad -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \theta w = 0.$$

» Soit w une intégrale de cette équation, telle que la courbe

$$w = 0$$

soit fermée, la forme quadratique dans l'intégrale (2) pourra être remplacée par une forme définie, quand le point (x, y) sera à l'intérieur de cette courbe. En effet, soit w_ε une intégrale de l'équation (6) où θ a été changée en $\theta - \varepsilon$. Pour des valeurs assez petites de ε, la courbe

$$w_\varepsilon = 0$$

diffère très peu de la courbe $w = 0$. On peut donc choisir

$$\beta = -\frac{1}{w_\varepsilon}\frac{\partial w_\varepsilon}{\partial x}, \qquad \beta' = -\frac{1}{w_\varepsilon}\frac{\partial w_\varepsilon}{\partial y},$$

et la condition (3) sera remplie.

» Dans l'intérieur de la courbe $w = 0$, il ne peut exister une autre courbe fermée

$$w_1 = 0.$$

En effet, on aurait alors

$$\iint_{w_1} w_1\left(\frac{\partial^2 w_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w_1}{\partial y^2} - \theta w_1\right) dx\,dy = 0$$

ou

$$\iint_{w_1}\left[\left(\frac{\partial w_1}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w_1}{\partial y}\right)^2 + \theta w_1^2\right] dx\,dy = 0,$$

ce qui est impossible, parce que la forme quadratique définie peut être transformée en une forme définie. D'autre part, on a

$$\iint_{w_\varepsilon}\left(\frac{\partial^2 w_\varepsilon}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w_\varepsilon}{\partial y^2} - \theta w_\varepsilon\right) dx\,dy = -\varepsilon\iint_{w_\varepsilon} w_\varepsilon^2\,dx\,dy,$$

$$\iint_{w_\varepsilon}\left[\left(\frac{\partial w_\varepsilon}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w_\varepsilon}{\partial y}\right)^2 + \theta w_\varepsilon^2\right] dx\,dy = \quad \varepsilon\iint_{w_\varepsilon} w_\varepsilon^2\,dx\,dy.$$

Le signe du second membre dépend du signe de ε. Par conséquent, la forme quadratique ne peut être remplacée par une forme définie au dehors de la courbe

$$w = 0. \text{ »}$$

TOPOGRAPHIE. — *Note sur la construction des plans, d'après les vues du terrain obtenues de stations aériennes;* par M. A. Laussedat.

« L'Académie a bien voulu, sur le rapport de MM. Laugier et Daussy, donner en 1859 son approbation à la méthode que je proposais et que j'avais appliquée, déjà depuis plusieurs années, pour lever les plans à l'aide de paysages dessinés ou photographiés.

» Un peu plus tard, en 1864, je lui soumettais les remarquables résultats obtenus, au moyen de cette méthode, par M. le capitaine du génie Javary, qui avait été chargé par le Comité des fortifications de l'appliquer, sur une assez grande échelle, à la reconnaissance des environs de Grenoble.

» Enfin, le même officier, secondé par le garde du génie Galibardy, a continué, pendant les années suivantes et jusqu'en 1870, à se servir avec un grand succès de la photographie pour effectuer des reconnaissances dans les Alpes-Maritimes, dans les Alpes de la Savoie et dans les Vosges.

» Depuis cette époque et même un peu antérieurement à 1870, les mêmes procédés se sont répandus à l'étranger, d'abord en Allemagne dont les voyageurs scientifiques et les officiers ont su en tirer un grand parti, et plus récemment en Italie ; j'ai sous les yeux de vastes panoramas et plusieurs cartes très détaillées couvertes de courbes de niveau exécutées dans les Alpes par le service topographique de ce pays, dirigé par le général Ferrero.

» Une des objections qui m'ont été faites depuis longtemps, c'est que la méthode des perspectives ne pouvait être appliquée avantageusement que dans les pays de montagnes, où il est, en effet, plus facile de trouver des points de vue d'où l'on découvre les détails du terrain. Il a été démontré, par des exemples nombreux, que les pays de collines ou même légèrement ondulés se prêtaient encore très bien aux reconnaissances photographiques; mais l'emploi devenu fréquent des aérostats et tout récemment celui de cerfs-volants munis d'appareils photographiques instantanés lève entièrement cette objection et permet même de résoudre le problème de la restitution des plans avec un bien moins grand nombre de vues qu'auparavant (¹).

(¹) Plusieurs photographes aéronautes, entre autres MM. G. Tissandier et Ducom,

» J'ai cherché la manière que je crois la plus simple de combiner les vues obtenues de ces stations aériennes, et je demande à l'Académie d'en indiquer le principe dans cette Note.

» Les vues peuvent être obtenues sur des plans verticaux ou inclinés à l'horizon.

» J'ai donné, il y a longtemps, une solution du problème qui consiste à déduire d'une seule perspective verticale sur laquelle on voit les bords de la mer, d'un lac ou d'un cours d'eau à faible pente, la projectiou horizontale, c'est-à-dire le plan même de ces bords, à une échelle déterminée (1). La solution générale de la même question, quelle que soit l'inclinaison du tableau de la perspective par rapport à l'horizon, comprend d'ailleurs la première comme cas particulier; la voici :

» Soit LH la ligne d'horizon sur un tableau oblique, O le point de vue et M le pied de la perpendiculaire abaissée du point de vue sur la ligne d'horizon. Parallèlement au plan d'horizon et par la ligne de terre LT, faisons passer un plan horizontal qui sera le nouveau tableau; projetons le point de vue en O' et prolongeons la verticale OO' jusqu'à sa rencontre en I avec le plan du tableau oblique.

» La trace MI du plan vertical MOI rencontre la ligne de terre en M'; joignons O'M' et considérons un rayon visuel OA passant par le point a de la perspective et qui rencontre le nouveau tableau horizontal en $\mathcal{A}$; c'est ce dernier point qu'il s'agit de déterminer.

» Si l'on joint $O'\mathcal{A}$ qui coupe la ligne de terre en a' et que l'on mène par le point de vue la ligne Oa'' parallèle à $O'a'$, les trois points a'', a et a' seront sur la ligne droite qui passe par le point I.

» Si l'on rabat le plan d'horizon autour de LH et le tableau horizontal autour de LT sur le plan du tableau oblique, le point de vue venant en O_r et sa projection O' en O'_r, les droites $O_r a''$ et $O'_r a' \mathcal{A}_r$ seront parallèles, et, de plus, les trois points O_r, a et $\mathcal{A}_r$ seront en ligne droite.

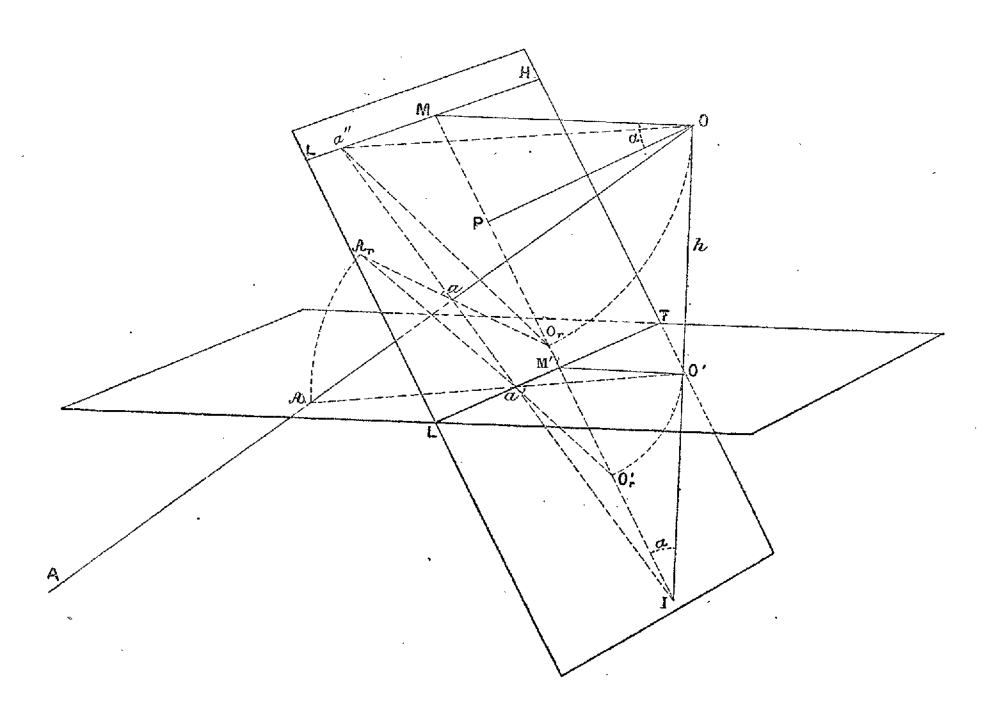
» En effet, les deux triangles dans l'espace Oaa'' et $\mathcal{A}aa'$ étant semblables, on a la proportion $\frac{\mathcal{A}a'}{Oa''} = \frac{aa'}{aa''}$. Après le rabattement, les lignes $\mathcal{A}_r a'$ et $O_r a''$ n'ayant pas changé de grandeur, on a toujours $\frac{\mathcal{A}_r a'}{O_r a''} = \frac{aa'}{aa''}$, d'où

en 1885, ont même obtenu directement des plans en une seule vue au moyen d'appareils dont l'axe optique était dirigé verticalement; mais ces plans ne peuvent comprendre qu'une étendue de terrain très limitée.

(1) *Mémorial de l'Officier du Génie*, n° 16, année 1854, p. 233.

l'on conclut que les deux triangles tracés sur le tableau oblique $O_r a a''$ et $a' a \mathcal{A}_r$ sont semblables et que les trois points O_r, a et $\mathcal{A}_r$ sont en ligne droite.

» La transformation des projections obtenues sur des plans obliques à l'horizon se déduit immédiatement de cette remarque, quand on connaît la hauteur du point de vue au-dessus du terrain, la distance du pointe de vue au tableau et l'inclinaison du plan du tableau sur l'horizon.



» Supposons que l'on soit parvenu à prendre plusieurs photographies d'un même site, mais de stations aériennes différentes, soit en ballon, soit à l'aide d'un cerf-volant, pourvu que la localité contienne un cours d'eau ou même des routes à pentes faibles, on parviendra sans peine à déterminer sur chacune d'elles, avec une précision suffisante, un certain nombre de points isolés choisis parmi les plus reconnaissables, comme les extrémités d'une digue, les arches d'un pont au niveau de l'eau, les coudes de la rivière ou de la route, etc.

» Ces points, retrouvés sur deux photographies au moins, deviendront autant de repères, à l'aide desquels il sera aisé d'*orienter* les photographies,

l'une par rapport à l'autre, pour les faire concourir simultanément à la construction du plan (et même au nivellement) par la méthode générale ordinaire. En effet, sur chacune des feuilles qui ont servi à déterminer les repères, la projection du point de vue, c'est-à-dire de la station aérienne, se trouve elle-même rapportée en quelque sorte spontanément. Si donc, sur l'une d'elles, on relève, avec un papier à calquer, trois ou quatre repères (deux suffiraient à la rigueur) et la station, en plaçant ce calque sur l'autre feuille on déterminera immédiatement la position relative des deux stations.

» Nous ne croyons pas avoir besoin d'insister sur ce fait, cependant très important et peut-être assez inattendu, à savoir que les stations aériennes deviennent ainsi tout à fait indépendantes les unes des autres et qu'il n'est pas nécessaire de se préoccuper d'un moyen de les relier entre elles, comme on relie habituellement les stations terrestres ou marines, par des mesures de distances et d'angles, par des triangulations ou cheminements, opérations à peu près irréalisables, pour le dire en passant, dans la plupart des circonstances supposées.

» L'économie de cette méthode si simple dépend naturellement de la précision des données que les perfectionnements des instruments enregistreurs rendront de plus en plus exactes; nous la croyons appelée à rendre de grands services à l'art des reconnaissances. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches de thermo-électricité*. Note de MM. **Chassagny** et **H. Abraham**, présentée par M. Mascart.

« Nous avons déjà montré [1] que les forces électromotrices des couples thermo-électriques, dont les soudures sont maintenues à 0° et 100°, peuvent être déterminées au $\frac{1}{10000}$ de leur valeur.

» Il convient de remarquer qu'en constatant, comme nous l'avons fait, l'équilibre de forces électromotrices par un galvanomètre de faible résistance, cette précision se conserve pour les forces électromotrices moindres que donnent ces couples aux températures intermédiaires : la résistance introduite dans le circuit du galvanomètre diminuant avec la force électro-

[1] *Comptes rendus*, t. CXI, p. 477 et 602; 1890.

motrice à mesurer, la sensibilité absolue de l'instrument augmente et la précision relative des mesures reste ainsi à peu près constante.

» On voit donc que les couples thermo-électriques employés comme thermomètres de précision donnent le centième de degré sur l'intervalle 0° — 100° et qu'ils peuvent présenter sur les thermomètres à dilatation cet avantage d'évaluer un écart de température avec d'autant plus d'exactitude absolue que cet intervalle est plus petit.

» Pour relier les forces électromotrices du couple fer-cuivre à l'échelle des températures du thermomètre à hydrogène, nous avons mesuré ces forces électromotrices à différentes températures entre 0° et 100°, l'une des soudures étant dans la glace et l'autre dans un bain d'eau agité d'une façon continue et placé dans une étuve à régulateur.

» Un thermomètre placé à côté de la soudure donne à chaque instant la température du bain. Le thermomètre est en verre dur, construit par M. Tonnelot, et les lectures faites sur cet instrument ont été corrigées et réduites à l'échelle du thermomètre à hydrogène à l'aide des Tables fournies par le Bureau international des Poids et Mesures, où il a été étudié.

» Nous avons d'ailleurs constaté que les indications de ce thermomètre et celles d'un second thermomètre du même modèle, placé dans le même bain, n'ont jamais différé d'un centième de degré.

» La température des bains variait très lentement et ces faibles variations étaient presque simultanément décelées par le thermomètre et par le couple thermo-électrique, mais toujours un peu plus vite par celui-ci.

» Une formule parabolique à deux termes est tout à fait insuffisante pour relier les forces électromotrices aux températures correspondantes du thermomètre à hydrogène, les températures évaluées à l'aide d'une telle formule, calculée pour 50° et 100°, présentant en effet sur les températures observées des écarts de + 0°,12 vers 25° et de — 0°,13 vers 75°.

» La formule empirique suivante, quoique ne représentant pas encore les mesures avec toute leur précision, peut suffire à donner le $\frac{1}{50}$ de degré dans toute l'étendue de l'intervalle 0 — 100° :

$$E_0^t = \frac{at + bt^2 + ct^3}{t + 273},$$

$$a = 10^{-3}.3,56604,$$
$$b = 10^{-6}.8,3827,$$
$$c = -10^{-8}.3,265,$$

comme le montrent les nombres suivants, tirés d'une même expérience :

Valeur de $E_0^{100} = 0^{volt},0010932$.

Températures.	Forces électromotrices observées.	Forces électromotrices calculées.
°	volt	volt
65,13...........	0,0007656	0,0007654
32,49...........	0,0004043	0,0004045
15,48...........	0,0001981	0,0001980 (¹). »

BALISTIQUE. — *Sur la périodicité des pressions ondulatoires produites par la combustion des explosifs en vase clos.* Note de M. **P. Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« Nous avons fait connaître, dans une précédente Communication, une méthode permettant d'étudier simultanément aux deux extrémités d'un récipient allongé, de 1^m de longueur, la loi de développement des pressions produites par la combustion d'un explosif.

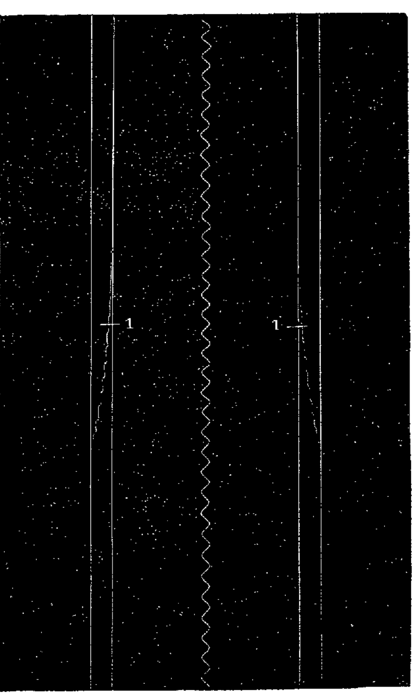
» Lorsque l'explosif est uniformément réparti suivant l'axe de l'éprouvette, on obtient aux deux extrémités du tube, en enregistrant la loi des écrasements des manomètres crushers, deux tracés identiques présentant la continuité caractéristique du développement régulier des pressions que nous avons toujours observé dans les récipients de petite dimension.

» Mais, aussitôt que le chargement devient dyssymétrique, en particulier lorsque la charge est réunie à l'une des extrémités de l'éprouvette, les tracés changent de caractère. Simplement ondulés pour les poudres à faible émission gazeuse, ils se transforment progressivement lorsque la vivacité de l'explosif ou la densité de chargement augmente, en tracés discontinus affectant la forme de marches d'escaliers, c'est-à-dire qu'ils sont constitués par une série de paliers de repos réunis par des ressauts brusques.

» La figure ci-contre est la reproduction photographique en vraie grandeur des tracés obtenus simultanément aux deux extrémités de l'éprouvette, avec une poudre B très lente. La pression maximum, déduite des écrasements observés, a été trouvée de $2758\text{-}2765^{kg}$ par centimètre carré : c'est la pression normale correspondant à cette densité de chargement.

(¹) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

Chaque tracé offre 13 ressauts nettement observables, correspondant à des à-coups brusques de pression sensiblement équidistants. L'échelle des temps est donnée par les ondulations du diapason, dont la période est voisine de $\frac{2}{1000}$ de seconde ($0^s,001982$). Lorsqu'on met en coïncidence les points de ces tracés obtenus au même instant, on reconnaît, par les lectures au micromètre, qu'un à-coup brusque de pression à l'une des extrémités s'intercale exactement au milieu de deux à-coups à l'extrémité opposée.



» La durée moyenne qui sépare ces 13 à-coups est la même aux deux extrémités de l'éprouvette ($0^s,001486$); la durée moyenne qui sépare deux à-coups consécutifs s'accroît du début à la fin de la combustion : elle est de $0^s,001396$ pour les cinq premiers intervalles et de $0^s,001614$ pour les sept derniers.

» La période moyenne de ces à-coups alternatifs de pression, considérés comme résultant de l'oscillation d'une condensation gazeuse entre les deux fonds de l'éprouvette, conduirait à une vitesse de propagation de 1150^m par seconde.

» Les tracés fournis, dans les mêmes conditions de chargement dyssy-

métrique, par les poudres de toute espèce, présentent les mêmes caractères. Lorsque la vivacité de la poudre s'accroît, le nombre des paliers diminue tandis que la brusquerie et l'amplitude des à-coups augmentent. En même temps, l'écrasement final observé dépasse la valeur normale correspondant à l'entière combustion de la charge uniformément répartie dans le récipient. Pour les poudres les plus vives, sur lesquelles aient porté nos essais, cet écrasement a atteint jusqu'à trois à quatre fois la valeur de l'écrasement normal. Le tracé se réduit alors, dans ces cas extrêmes, à un seul crochet résultant d'un coup de bélier unique, qui a déterminé un écrasement du cylindre crusher que les à-coups de pression ultérieurs ne sont plus capables d'accroître.

» Pour un même type de poudre, qu'elle qu'en soit la vivacité, la période des à-coups reste sensiblement constante; mais cette période change avec la composition chimique de l'explosif.

» Avec les matières du type de la poudre noire (mélange de salpêtre, soufre et charbon), la période a été trouvée voisine de $0^s,0028$, soit près du double de celle que nous ont fournie les poudres B. La vitesse de propagation de la condensation gazeuse qui rendrait compte des à-coups alternatifs aux extrémités du récipient serait, pour ces poudres noires, de 600^m à 700^m par seconde.

» Ces nombres, de même que ceux qui ont été cités plus haut, sont voisins des valeurs théoriques de la vitesse de propagation d'un ébranlement infiniment petit dans les produits de la décomposition de l'explosif à la température de la réaction.

» Cette vitesse est donnée par l'expression $V = \sqrt{\frac{\gamma E}{\rho}}$, dans laquelle γ désigne le rapport des chaleurs spécifiques du milieu à pression constante et à volume constant, ρ sa densité et E son élasticité à température constante. Pour les explosifs, en général, cette élasticité peut être déduite de la relation qui lie les pressions p développées en vase clos aux densités de chargement Δ. Cette relation est de la forme $p = \frac{f\Delta}{1+\alpha\Delta}$, où f et α sont des constantes déterminées par les valeurs expérimentales obtenues pour les pressions.

» On tire de cette relation

$$E = \Delta \frac{dp}{d\Delta} = p\left(1 + \frac{\alpha\Delta}{1-\alpha\Delta}\right) = p\left(1 + \frac{p\alpha}{f}\right),$$

qui diffère de la valeur connue, relative aux gaz parfaits, $E = p$, par un

terme additif qui fait croître rapidement l'élasticité avec la densité de chargement. Ce terme traduit l'influence du covolume des gaz et des résidus solides, lorsque la décomposition de l'explosif en fournit.

» La valeur du rapport γ n'est pas connue avec précision. On sait seulement que cette valeur, qui est de 1,40 pour les gaz parfaits à la température ordinaire, se rapproche de l'unité aux très hautes températures, en raison de la variation des chaleurs spécifiques. La présence dans les produits de la décomposition de gaz tels que l'acide carbonique et la vapeur d'eau, ou même de matières liquides ou solides, tend également à rapprocher de l'unité la valeur moyenne γ qui intervient dans la formule.

» Sans entrer dans une discussion qui permettrait d'assigner au facteur γ une valeur intermédiaire entre 1,00 et 1,40, nous rapprochons dans le Tableau suivant les vitesses théoriques, calculées dans les hypothèses extrêmes, des vitesses expérimentales déduites de la période des à-coups de pression observés.

Nature de l'explosif.	Δ.	P.	Vitesses théoriques $\gamma=1,40$.	$\gamma=1,00$.	observées.	Observations.
Poudres B......	0,05	500	1206	1019	1099	1re période de comb. $\Delta=0,2$
	0,10	1100	1271	1074	1185	Moyenne.
	0,15	1700	1364	1153	1270	2e période de comb. $\Delta=0,2$
Poudres noires..	0,10	294	657	555	603 à 643	
	0,20	631	706	597	632 à 699	

» Les nombres expérimentaux sont compris entre les valeurs théoriques limites ; ils suivent ces nombres théoriques dans leurs variations, résultant soit de la densité de chargement, soit de la nature de l'explosif.

» Ces expériences paraissent indiquer qu'il est possible d'aborder, par cette méthode, l'étude des phénomènes de propagation dans des conditions de condensation gazeuse et de température très éloignées de celles que les physiciens ont réalisées jusqu'à ce jour. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique du bismuth dans un champ magnétique.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Je me suis proposé de trouver une formule permettant de calculer la résistance $R_{M,t}$ d'un fil de bismuth placé dans un champ magnétique de

valeur M, à la température t^o, en fonction de sa résistance R_0 à 0° hors du champ.

» La résistance à t^o hors du champ s'exprime bien, dans tous les cas que j'ai rencontrés, par la formule

$$R_t = R_0(1 + kt + mt^2 + nt^3),$$

avec des valeurs des coefficients qui varient beaucoup selon la nature de l'échantillon.

» Sous l'influence du champ, l'unité de résistance subit une augmentation Z, donnée par l'équation hyperbolique

$$Z^2 + \beta Z - \alpha M^2 = 0 \ (^1),$$

de sorte que l'on a finalement, si l'on appelle $b = \frac{\beta}{2}$ le demi-axe réel de l'hyperbole,

$$(1) \qquad R_{M,t} = R_0(1 + kt + mt^2 + nt^3)(1 - b + \sqrt{b^2 + \alpha M^2}).$$

» Il me restait à examiner l'influence de la température sur les coefficients α et b.

» Mes expériences (²) ont porté principalement sur trois échantillons de nature différente :

» L'un est un filament obtenu par l'électrolyse du nitrate; les deux autres sont des fils contournés en spirale double obtenus en coulant le bismuth fondu dans des tubes portés au bain d'huile à 280°, puis lentement refroidis. Le métal de l'un est le bismuth pur du commerce; l'autre a été préparé spécialement pour moi, au moyen du sous-nitrate pharmaceutique : celui-ci a été dissous dans l'acide nitrique pur, puis l'oxyde précipité par l'ammoniaque pure a été réduit par le cyanure de potassium.

» L'ensemble des résultats est à peu près le même pour ces trois échantillons, mais la sensibilité au magnétisme du troisième est supérieure de 10 pour 100 environ à celle du premier et de 15 pour 100 à celle du deuxième. D'ailleurs, sa résistance hors du champ présente un minimum vers 23°.

(¹) Voir *Comptes rendus*, 1er février 1886 et 20 janvier 1890.
(²) Exécutées au laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.

» Je ne parlerai que de cet échantillon que je considère comme le plus pur et dont j'ai pu élever la température jusqu'à 160°, et même au delà, dans une petite étuve à double enveloppe au moyen d'un courant d'eau, puis de vapeur d'alcool, d'eau, d'alcool amylique, d'essence de térébenthine et d'huile lourde de houille.

» L'étuve était placée entre les surfaces polaires de l'électro-aimant, distantes de 2^{cm}, de sorte que le champ a pu atteindre 9000 C.G.S.

» Les coefficients α et β varient tous deux avec la température, comme l'indique le Tableau ci-dessous. Il en résulte que le rapport des valeurs de Z observées dans un même champ à deux températures fixes varie avec la valeur de ce champ. L'influence de la température diminue légèrement quand le champ augmente.

t.	18°.	44°,7.	100°.	130°,8.	157°,5.
$\alpha.10^{11}$	221	143	55	33	22
$\beta.10^{3}$	263	275	301	316	342

» Les valeurs de β sont données avec une approximation suffisante par la formule

$$(2) \qquad \beta = 0{,}258\,(1 + 0{,}000907.t + 0{,}00000723.t^2).$$

» Celles de $\alpha \times 10^{11}$ sont fournies à une demi-unité près, c'est-à-dire au degré de précision que comporte la détermination de α par la formule

$$(3) \qquad \alpha \times 10^{11} = 288{,}5\,(1 - 0{,}01455\,t + 808.10^{-7}\,t^2 - 163.10^{-9}\,t^3).$$

» Mais cette équation indique vers 165° une inflexion de la courbe que l'expérience ne paraît pas confirmer. D'après elle, α s'annulerait vers 209°.

» Nos résultats sont tout aussi bien représentés par l'équation

$$(4) \qquad \alpha.10^{11} = 288{,}5\,(1 - 0{,}0145\,t + 819.10^{7}\,t^2 - 194.10^{-7}\,t^3 + 141.10^{-12}\,t^4),$$

qui a l'avantage de n'indiquer de points d'inflexion et de maxima ou minima qu'au-dessus de 1500° ou à très basse température.

» D'après cette équation, α s'annulerait vers 261°. Malgré le caractère tout à fait empirique de cette fonction et l'incertitude qui règne sur la détermination de ses coefficients, je considère comme certain que α s'annule et que, par conséquent, l'influence du magnétisme s'évanouit au point de fusion du bismuth.

» Quoi qu'il en soit, la résistance de notre échantillon peut être calculée, entre les limites de nos expériences, au moyen de la formule (1), avec l'aide des formules (2) et (3), et probablement à toute température inférieure au point de fusion au moyen des formules (1), (2) et (4).

» Ajoutons que l'on a, dans le cas présent,

$$k = -\ 57.10^{-5},$$
$$m = \ 125.10^{-7},$$
$$n = -\ 10^{-8}.$$

» *N. B.* — Dans l'application de la propriété du bismuth à la mesure des champs magnétiques, il suffira de connaître les variations de α et b à la température ordinaire, et l'on pourra les exprimer par des formules binômes.

» Ainsi, dans le cas actuel, si l'on exprime Z en millièmes, comme je l'ai fait antérieurement, il suffira de prendre

$$\alpha = 0,00231\,[1 - 0,0153(t - 15)],$$
$$b = 131\,[1 + 0,0011(t - 15)],$$

de sorte que la tare d'un fil de bismuth destiné à cet usage ne nécessitera que quatre mesures de Z faites dans deux champs connus, vers 10° et 20°, par exemple. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides β-pyrazol-dicarboniques.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Friedel.

« J'ai montré, dans une Note précédente [1], que l'acide dinitrotartrique réagit sur les aldéhydes méthylique ou éthylique, en présence d'ammoniaque, et donne naissance à des acides monobasiques que la chaleur dédouble en acide carbonique et β-pyrazol (glyoxaline) libre ou méthylé dans la position 2.

» J'ai reconnu, depuis, que la même réaction a lieu avec beaucoup d'autres aldéhydes, et que l'acide nitrotartrique constitue un réactif spécial à ces substances, au même titre que le glyoxal, qui donne immédiatement, comme on le sait, les glyoxalines ou β-pyrazols.

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXI, p. 113.

» Les acides β-pyrazol-dicarboniques répondent à la formule générale

$$\begin{array}{l} CO^2H-C-Az \\ \quad\;\; \parallel \\ CO^2H-C-AzH \end{array} \!\!\gg CR,$$

dans laquelle il conviendrait sans doute d'établir une liaison entre le groupe basique AzH et l'un des carboxyles, pour rendre compte de ce fait que les nouveaux acides ne présentent plus la fonction basique si nette des glyoxalines et qu'ils ne peuvent échanger qu'un seul atome d'hydrogène contre un atome de métal.

» Ils se forment d'après l'équation

$$\begin{array}{l} (CO^2H)^2(CHAzO^3)^2 + 2AzH^3 + CHO.R \\ \quad = (CO^2H)^2C^3Az^2H.R + 3H^2O + 2AzO^2H. \end{array}$$

» Tous les acides glyoxaline-dicarboniques sont peu solubles dans l'eau, même bouillante, à peu près insolubles dans l'alcool, très solubles, au contraire, dans les lessives alcalines et dans l'ammoniaque; ils donnent ainsi des sels monométalliques, à réaction sensiblement neutre et cristallisable.

» Quelques-uns de ces corps, notamment les acides méthyl- éthyl- et isopropylglyoxaline-dicarboniques, cristallisent avec une molécule d'eau, sous la forme d'aiguilles prismatiques brillantes; les autres n'ont pu être obtenus qu'à l'état anhydre : ce sont alors des poudres cristallines, souvent fort légères.

» L'acide isobutylglyoxaline-dicarbonique, ainsi que ses sels alcalins, possède une saveur fortement sucrée, rappelant la réglisse; cette propriété manque à ses homologues voisins.

» Tous les acides glyoxaline-dicarboniques se décomposent par la chaleur, vers 300°, en acide carbonique et β-pyrazols qui distillent; la réaction est à peu près quantitative et constitue le meilleur mode de préparation des glyoxalines, que l'on obtient de cette manière immédiatement pures

$$\begin{array}{l} CO^2H-C-Az \\ \quad\;\; \parallel \\ CO^2H-C-AzH \end{array} \!\!\gg CR = 2CO^2 + \begin{array}{l} CH-Az \\ \parallel \\ CH-AzH \end{array} \!\!\gg CR.$$

» On a ainsi préparé la glyoxaline elle-même et ses dérivés de substitution renfermant en R du méthyle, de l'éthyle, de l'isopropyle, de l'isobu-

tyle, de l'hexyle normal ou enfin du phényle. Tous ces corps, à l'exception du dernier, qui n'a pas encore été décrit, et de l'hexylglyoxaline $C^9H^{16}Az^2$, ont pu être identifiés aux glyoxalines connues par leur point de fusion, leur point d'ébullition et l'analyse de leur chloroplatinate.

» L'hexylglyoxaline obtenue par la nouvelle méthode a montré un point de fusion différent de celui qu'indique Radziszewski pour la base dérivée du glyoxal (¹), 45° à 46° au lieu de 84°.

» 2 *Phényl β-pyrazol* $C^9H^8Az^2$. — Ce corps est solide, très peu soluble dans l'eau et le benzène chaud, d'où il se dépose par refroidissement sous la forme de lamelles cristallines, très soluble au contraire dans l'alcool.

» L'oxalate neutre cristallise de ses dissolutions aqueuses en fines aiguilles anhydres, renfermant $(C^9H^8Az^2)^2C^2H^2O^4$ (acide oxalique trouvé, 23,73; théorie, 23,81).

» Le chloroplatinate est également anhydre; il forme des cristaux microscopiques, de couleur orangée, à peu près insolubles dans l'eau froide (platine dosé, 27,58; théorie, 27,83).

» La phénylglyoxaline fond à 148° et distille vers 340° (non corrigé), ce qui la distingue de son isomère, le 1-phényl α-pyrazol de Knorr, qui fond à 11° et bout à 246°,5.

» *Acide difurfuramide-dioxytartrique* $C^{14}H^{12}Az^2O^8$. — Contrairement à ce que l'on aurait pu attendre de l'analogie bien connue de l'aldéhyde benzoïque et du furfurol, ce dernier corps ne réagit pas sur l'acide dinitrotartrique de la même manière que les autres aldéhydes.

» Lorsqu'on traite une molécule d'acide nitrotartrique en dissolution dans l'eau par une molécule de furfurol et un excès d'ammoniaque, puis que l'on sature, après la fin de la réaction, par l'acide chlorhydrique, on voit apparaître un précipité cristallin qui présente l'aspect des acides glyoxaline-dicarboniques, mais n'en possède aucunement la composition ni les caractères chimiques. Purifié par une série de dissolutions dans l'ammoniaque et de précipitations par l'acide chlorhydrique, il donne à l'analyse des nombres qui concordent exactement avec la formule $C^{14}H^{12}Az^2O^8$, d'une combinaison renfermant deux molécules de furfurol pour une seule d'acide tartrique. Sa constitution est alors vraisemblablement exprimée par la formule

$$\begin{array}{l} CO^2H-C(OH)-Az=CH-C^4H^3O, \\ \qquad\quad | \\ GO^2H-C(OH)-Az=CH-C^4H^3O. \end{array}$$

(¹) *Berichte*, t. XVI, p. 748.

» L'acide difurfuramide-dioxytartrique ne renfermerait donc pas la chaîne pyrazolique qui caractérise les acides précédemment décrits; aussi ne donne-t-il pas de glyoxaline à la distillation sèche et fonctionne-t-il comme acide bibasique.

» Le sel ammoniacal, qui cristallise aisément, répond à la formule $C^{14}H^{10}Az^2O^8(AzH^4)^2 + 2H^2O$; on y a trouvé 6,04 pour 100 d'azote ammoniacal, la théorie exigeant 6,89.

» J'ajouterai, en terminant, qu'il a été impossible d'obtenir aucune combinaison définie de l'acide nitrotartrique avec les sucres à fonction d'aldéhyde, comme la glucose ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un acide-phénol dérivé du camphre.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Comme produit dérivé de l'action de l'acide sulfurique sur le camphre monochloré, nous avons décrit, il y a quelques mois ([1]), un corps neutre sulfoconjugué, à fonction diphénolique. Nous avons désigné ce corps en C^9, dérivé du camphre avec départ de méthyle, par la dénomination d'*améthylcamphophénolsulfone*, répondant à la formule $C^9H^{12}(SO^2)(OH)^2O$. Nous avons découvert, depuis, un corps congénère, acide-phénol, répondant à la formule $C^9H^{12}(SO^2.OH)(OH)O$, absolument isomérique avec le précédent. Les formules que nous citons mériteront, peut-être, d'être doublées. Nous étudions en ce moment ce point de vue.

» Le camphre monochloré est traité par six fois son poids d'acide sulfurique concentré, à la température de 50° pendant trente heures. On verse dans l'eau froide. Après repos et filtration, on sature à chaud par le carbonate de baryte et l'on concentre à cristallisation. L'améthylcamphophénolsulfone neutre cristallise mélangé au sel barytique de l'acide isomérique formé dans la préparation. On fait cristalliser dans l'alcool à 70° bouillant qui n'abandonne que le corps neutre et retient le sel barytique, qu'on fait cristalliser à plusieurs reprises dans l'eau bouillante.

» Ces cristaux de sel barytique se présentent sous forme de paillettes nacrées, grasses au toucher. Par décomposition avec l'acide sulfurique, on isole l'acide libre, qui est incolore, sirupeux, incristallisable, à saveur acide, amère et astringente, avec une odeur rappelant les solutions de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 961; 5 mai 1890.

tannin de bois de chêne. Il est très soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Il est sans action sur la lumière polarisée et distille partiellement sans décomposition, sous pression réduite.

» L'analyse élémentaire du sel barytique correspond à la formule

$$\left.\begin{matrix} C^9H^{12}(SO^2.O \\ C^9H^{12}(SO^2.O \end{matrix}\right\rangle Ba \left)\begin{matrix} (OH)O \\ (OH)O \end{matrix}\right. .$$

» L'acide est $C^9H^{12}(SO^2.OH)(OH)O$. Nous avons cru un instant à un corps en C^{10}; mais les analyses multipliées ne laissent pas de doute sur la composition en C^9 avec départ de méthyle. Ce corps renferme un groupement acide $SO^2.OH$ essentiellement comparable à celui des phénols sulfoconjugués connus : toutes ses réactions sur les réactifs colorés, sur les carbonates le prouvent. Il renferme également un OH phénolique. Soit l'acide, soit le sel barytique colorent magnifiquement en bleu le perchlorure de fer. Le sel barytique formé dans la préparation aux dépens du carbonate précipite encore par l'eau de baryte et on obtient un corps insoluble dans les dissolvants, correspondant exactement à la formule

$$\left.\begin{matrix} C^9H^{12}(SO^2.O \\ C^9H^{12}(SO^2.O \end{matrix}\right\rangle Ba \left)\begin{matrix} (O \\ (O \end{matrix}\right\rangle Ba \left)\begin{matrix} O \\ O \end{matrix}\right. .$$

» Enfin ce même sel barytique bouilli avec l'anhydride acétique pendant un quart d'heure donne un dérivé acétylé. Il suffit de chasser à la chaleur du bain-marie l'excès d'anhydride, de reprendre par l'alcool et de faire cristalliser pour obtenir un corps qui n'a plus d'action sur le perchlorure de fer, et qui correspond à la formule

$$\left.\begin{matrix} C^9H^{12}(SO^2.O \\ C^9H^{12}(SO^2.O \end{matrix}\right\rangle Ba \left)\begin{matrix} (OC^2H^3O)O \\ (OC^2H^3O)O \end{matrix}\right. .$$

» Nous donnerons le dosage du soufre si précis. Nous avons trouvé :

Matière	0,4393
SO^4Ba	0,2947
Soit S	0,04047
Ou pour 100	9,21

La formule précédente exige 9,31.

» La potasse saponifie facilement cet éther à la chaleur du bain-marie et régénère le phénol bleuissant le perchlorure de fer.

» Cet acide, que nous appelons *améthylcamphophénolsulfurique*, précipite la quinine et la cinchonine de leurs solutions salines, ainsi que la brucine et la strychnine. Il ne précipite pas la morphine. Il réduit à l'ébullition le chlorure d'or, le chlorure de platine et le nitrate d'argent ammoniacal, ce dernier plus lentement. Il précipite la gélatine, mais ne précipite pas l'eau amidonnée. Il ne précipite pas l'eau de chaux, mais seulement l'eau de baryte, comme nous l'avons dit.

» Les tannins, qui sont des acides-phénols, ont une façon analogue de se comporter. Le rapprochement nous paraît curieux à signaler. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés amyliques actifs*. Note de M. **Philippe-A. Guye**, présentée par M. Friedel.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note relative aux variations du pouvoir rotatoire dans un même groupe de corps organiques actifs (¹). Je me permets de communiquer aujourd'hui les résultats que j'ai obtenus dans une première série d'expériences entreprises avec l'intention de soumettre au contrôle des faits les règles auxquelles je m'étais arrêté.

» Le chlorure d'amyle actif $\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!>\!C\!<\!\begin{matrix} H \\ CH^2Cl \end{matrix}$ est caractérisé par un seul atome de carbone asymétrique. Les masses des quatre groupes substituants qui saturent ce carbone sont

$$H = 1, \qquad CH^3 = 15, \qquad C^2H^5 = 29, \qquad CH^2Cl = 49{,}5.$$

Le groupe de masse maximum est CH^2Cl.

» Pour une première approximation, on peut supposer ces masses concentrées aux quatre sommets du tétraèdre schématique par lequel on représente le carbone asymétrique.

» Des diverses substitutions possibles dans le groupe CH^2Cl, celles qui ont pour effet de conserver au groupe ainsi obtenu une masse supérieure

(¹) *Comptes rendus*, 31 mars 1890.

à celle des trois groupes non modifiés H, CH^3, C^2H^5 doivent conduire à des dérivés amyliques actifs de même signe que le chlorure d'amyle, si les vues que j'ai exposées sont exactes.

» Tel doit être, en particulier, le cas des composés réunis dans le Tableau suivant; car on peut les regarder comme dérivant du chlorure d'amyle dans lequel on aurait successivement remplacé le groupe CH^2Cl de masse 49,5 par chacun des groupes inscrits en regard du nom du composé. Les masses de ces groupes substituants étant supérieures à celles des trois autres H, CH^3 et C^2H^5, tous ces dérivés amyliques devront être polarimétriquement de même signe que le chlorure d'amyle, soit dextrogyres, si l'on part du chlorure dextrogyre.

Chlorure d'amyle......	CH^2Cl	Acide valérique.......	CO^2H
Bromure d'amyle......	CH^2Br	Valérate de méthyle....	CO^2CH^3
Iodure d'amyle........	CH^2I	Valérate d'éthyle......	$CO^2C^2H^5$
Cyanure d'amyle......	$CH^2.CAz$	Valérate d'isobutyle...	$CO^2C^4H^9$
Mercaptan amylique...	$CH^2.SH$	Valérate d'amyle......	$CO^2C^5H^{11}$
Oxyde de méthylamyle.	$CH^2.O.CH^3$	Valér. de diisobutylam.	$CO^2H.AzH(C^4H^9)^2$
» d'éthylamyle....	$CH^2.O.C^2H^5$	Valérate d'aniline......	$CO^2H.AzH^3.C^6H^5$
» de benzylamyle.	$CH^2.O.C^7H^7$	Chlorhydrate d'amylam.	$CH^2.AzH^2.HCl$
» d'amyle........	$CH^2.O.C^5H^{11}$	Formiate »	$CH^2.AzH^2.HCOOH$
Formiate d'amyle......	$CH^2.O.COH$	Propionate »	$CH^2.AzH^2.C^3H^6O^2$
Acétate d'amyle.......	$CH^2.O.C^2OH^3$	Valérate »	$CH^2.AzH^2.C^5H^{10}O^2$
Chloracétate d'amyle...	$CH^2.O.C^2OH^2Cl$	Dichloroamylamine....	$CH^2.AzCl^2$
Benzoate d'amyle......	$CH^2.O.C^7OH^5$	Diamylamine..........	$CH^2AzH.C^5H^{11}$
Oxalate d'amyle.......	$CH^2.O.OCO.COC^5H^{11}$.	Chlorhydrate de diamyl.	$CH^2.AzH.C^5H^{11}, HCl$
Azotite d'amyle.......	$CH^2.O.AzO$	Triamylamine.........	$CH^2.AzH.(C^5H^{11})^2$
Azotate d'amyle.......	$CH^2.OAzO^2$	Chlorhydrate de triamyl.	$CH^2.AzH.(C^5H^{11})^2, HCl$
Sulfocyanate d'amyle...	$CH^2.SCAz$	Éthylamyle...........	$CH^2.C^2H^5$
Acide amyle-sulfurique.	$CH^2.O.SO^3H$	Phénylamyle..........	$CH^2.C^6H^5$
Chlorure de valéryle...	$COCl$	Diamyle.............	$CH^2.C^5H^{11}$
Valéraldoxime........	$CH.Az.OH$	Acide caproïque.......	$CH^2.CO^2H$

» De fait, les pouvoirs rotatoires de plusieurs de ces composés ont été mesurés par divers observateurs [1]. J'ai préparé à nouveau quelques-uns d'entre eux, ainsi que ceux dont le pouvoir rotatoire n'avait pas été mesuré, en tout trente-deux composés, pour examiner comment ils se comportent

---

[1] MM. Erlenmeyer et Hell, Just, Le Bel, Pierre et Puchot, Plimpton, Riban, Wurtz.

au polarimètre [1]. J'espère publier sous peu, au *Bulletin de la Société chimique*, cette partie purement expérimentale de mon travail. Je désire seulement faire remarquer que, en ce qui concerne le signe du pouvoir rotatoire, les faits sont venus confirmer mes prévisions. *Les quarante dérivés amyliques ci-dessus sont, en effet, tous dextrogyres, conformément aux relations que j'ai établies.*

» Je poursuis des vérifications analogues, soit dans le groupe des corps lévogyres dérivés du chlorure d'amyle dextrogyre, soit dans d'autres groupes de corps actifs [2]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la saponification des composés organiques halogénés*. Note de M. C. **Chabrié**, présentée par M. Friedel.

« Lorsque j'ai décrit les préparations des composés fluocarbonés que j'ai obtenus, j'ai parlé de l'action de la potasse qui les saponifiait plus ou moins facilement.

» J'ai pensé qu'on arriverait à un meilleur résultat en les traitant par l'eau de chaux, et qu'un moyen d'obtenir les alcools d'atomicité supérieure consisterait à saponifier ainsi leurs fluorhydrines. J'ai appliqué cette réaction à un composé nouveau : le fluorure d'éthylène. Pour le préparer, je chauffe à 200°, dans un tube de verre de Bohême scellé, $1^{gr},88$ de bromure $C^2H^4Br^2$ avec $2^{gr},54$ de fluorure d'argent. L'action commence à froid. Le gaz obtenu a pour densité 2,4. La densité théorique est 2,3. L'eau de chaux l'absorbe à froid.

$$C^2H^4Fl^2 + Ca(OH)^2 = \underbrace{C^2H^6O^2}_{\text{Glycol.}} + CaFl^2.$$

» Le fluorure de calcium est facile à caractériser. Pour montrer la formation du glycol, j'ai traité, suivant le conseil de M. Friedel, sa solution aqueuse par l'acide iodhydrique à chaud. Il s'est déposé un corps solide organique iodé, qui présente les caractères de solubilité de l'iodure d'éthylène.

» La tribromhydrine de la glycérine qui a été préparée et qui m'a été offerte par M. Lespieau réagit également sur le fluorure d'argent. Je

---

(1) Je dois à l'obligeance de M. Le Bel et de M. Berg l'amylamine et la dichloro-amylamine dont j'ai fait usage.

(2) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

poursuis l'étude de cette réaction ainsi que celle du fluorure d'argent sur le tétrabromure d'érythrène et la saponification par la chaux du fluorure produit, dans l'espoir d'obtenir l'érythrite dans le second cas.

» Sans préjuger de l'avenir, je crois pouvoir signaler cette manière de tenter la synthèse des alcools polyatomiques comme pouvant donner des résultats satisfaisants. Mais j'ai, dans le même ordre d'idées, une réaction à signaler que je crois tout à fait nouvelle. C'est celle qui consiste à traiter les chlorhydrines par l'anhydride borique Bo^2O^3.

» Avec le bibromure d'éthylène et la tribromhydrine de la glycérine, j'ai obtenu beaucoup de bromure de bore en opérant à 250°, en tube scellé.

» Je pense que la réaction avec le bromure d'éthylène a dû donner de l'oxyde d'éthylène que je n'ai pas encore pu caractériser.

» Il ne serait pas difficile d'obtenir les alcools avec les anhydrides, et je poursuis l'étude de cette réaction avec les différents bromures et chlorures organiques.

» J'ai été ainsi amené à rechercher l'action du bore amorphe sur les chlorures de carbone.

» Avec CCl^4, on obtient beaucoup de chlorure de bore.

» Avec C^2Cl^4, la réaction marche moins bien.

» Avec C^6Cl^6, je n'ai rien obtenu.

» Avec CCl^4, mêlé au fluorure d'argent et additionné de bore amorphe, j'ai vu se produire des gaz fluorés et chlorés contenant du bore et du carbone ainsi qu'un dépôt de ces deux métalloïdes et une petite quantité d'argent métallique.

» Je conclus en insistant sur la saponification des éthers fluorés par l'eau de chaux, sur la production du chlorure de bore et la formation possible des alcools polyatomiques par l'anhvdride borique [1]. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur un antiseptique gazeux; son action sur la bactérie pyogène de l'infection urinaire.* Note de M. **C. Chabrié**, présentée par M. Ch. Bouchard [2].

« Lorsque j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie la formation du fluorure de méthylène [3] au moyen de l'action du fluorure d'argent sur

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

(2) Travail du laboratoire de M. le Professeur Guyon, à l'hôpital Necker.

(3) *Comptes rendus*, 9 juin 1890.

le chlorure de méthylène, j'ai exprimé mon intention d'étudier les propriétés physiologiques de ce composé nouveau. Le désir d'obtenir des gaz antiseptiques était une des raisons qui m'ont fait entreprendre l'étude des gaz fluocarbonés.

» J'ai d'abord cherché à constater si le fluorure de méthylène aurait le pouvoir de s'opposer au développement d'une bactérie pyogène et même de détruire cette bactérie découverte dans les urines par M. le Professeur Bouchard en 1879 (¹), étudiée par M. Clado, et caractérisée comme microbe des accidents infectieux de l'appareil urinaire par MM. Albarran et Hallé (²), élèves de M. le Professeur Guyon.

» Je pris une urine contenant quelques colonies de la bactérie pyogène très pure que voulut bien me donner mon collègue M. Hallé, et je plaçai une portion de cette urine dans une éprouvette contenant de l'air mélangé de son volume de fluorure de méthylène, et une autre portion dans une éprouvette contenant de l'air seul. Les deux éprouvettes étaient plongées dans le mercure. Ces deux échantillons d'urine étaient dans les mêmes conditions relativement à la présence du mercure et de l'air confiné.

» Je les abandonnai vingt-quatre heures à la température de 35°; ensuite je prélevai une goutte de la première urine que j'introduisis dans un tube contenant un bouillon de culture aseptique, et j'en fis autant pour la deuxième.

» Je mis ces deux ballons à cultiver à l'étuve pendant vingt-quatre heures, puis quarante-huit heures, et je constatai que la deuxième contenait une colonie florissante de la bactérie pyogène, tandis que la première n'avait pas cultivé.

» Or, d'après MM. Albarran et Hallé, douze heures suffisent au développement de la bactérie étudiée.

» Depuis, j'ai varié les conditions de l'expérience, dans le but d'éviter complètement la présence du mercure. J'ai rempli de gaz mêlé d'air un tube contenant une urine où se développait la bactérie, et j'ai placé ce tube dans l'étuve à 35° pendant vingt-quatre heures. Ensuite, j'ai cherché à cultiver avec cette urine dans la gélatine et dans l'agar.

» Deux tubes de gélatine ont été soumis à la température de 22° pendant huit jours; deux tubes d'agar à la température de 35° pendant quatre jours.

(¹) *Leçons sur le ralentissement de la nutrition*, p. 251.
(²) *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 21 août 1888.

» *Dans aucun de ces tubes, il ne s'est développé de colonies.*

» De ces faits, je crois pouvoir conclure que le fluorure de méthylène possède le pouvoir de s'opposer au développement de la bactérie de l'infection urinaire et même de la détruire en plein développement.

» Mais pour que cette propriété puisse recevoir une application efficace dans les maladies des voies urinaires, il fallait savoir si le gaz n'avait pas une action irritante.

» Pour le constater, nous avons, M. le D[r] Petit (de Santiago) et moi, fait arriver le gaz sur la membrane digitale d'une grenouille vivante et sur son mésentère. Nous n'avons pas observé d'action irritante sur ces tissus. En tout cas, ce que ce premier examen nous a appris, c'est que l'action d'un courant de ce gaz ne produit d'autre effet que celui d'un simple courant d'air.

» Je me propose de rechercher l'action du fluorure de méthylène sur d'autres microbes pathogènes, particulièrement sur celui de la tuberculose, et aussi de voir si le fluorure d'éthylène, décrit par moi dans une autre Note, aurait une action antiseptique analogue.

» Nous avons pensé, M. Lapicque et moi, qu'il serait curieux de connaître les effets de l'introduction du fluorure de méthylène dans les voies respiratoires. Ce travail sera poursuivi par M. Lapicque, qui a bien voulu se charger de cette recherche plus spécialement physiologique.

» En présence de ces résultats, M. le professeur Guyon entreprend l'étude clinique de ce gaz. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fixation de l'azote gazeux par les Légumineuses.* Note de MM. **Th. Schlœsing** fils et **Em. Laurent**, présentée par M. Duclaux.

« MM. Hellriegel et Willfarth ont montré, dans ces dernières années, que les Légumineuses sont capables de fixer l'azote gazeux de l'atmosphère, avec le concours de certains micro-organismes dont l'action est corrélative du développement de nodosités sur les racines. Leurs nombreuses et belles recherches ne laissent guère place au doute; et l'on peut, dès maintenant, attribuer à ces savants l'honneur d'avoir établi un des faits qui intéressent au plus haut degré la nutrition végétale.

» Mais, dans une aussi importante question, il est utile de multiplier les preuves et de leur donner le plus de rigueur possible. MM. Hellriegel et

Willfarth ont toujours fait usage de la méthode indirecte, fondée sur la seule analyse des sols, des graines et des plantes. Il restait, après leurs travaux, à tenter une démonstration, en quelque sorte décisive, de l'origine de l'azote pris par les Légumineuses en dehors des graines et des sols, en s'appuyant sur la méthode directe. Il fallait faire pousser des Légumineuses dans les conditions où elles passent pour fixer l'azote gazeux, et constater cette fixation par la mesure, avant et après culture, du gaz azote lui-même. Tel a été l'objet des expériences dont nous allons rendre compte.

» On en aperçoit immédiatement les difficultés spéciales. Pour saisir avec précision la variation de l'azote gazeux, on est conduit à réduire autant que possible le volume de l'atmosphère, forcément confinée, mise en rapport avec les plantes. Dès lors, on ne peut ni introduire au début dans les appareils tout l'acide carbonique qui sera nécessaire à la végétation, ni y laisser dans la suite tout l'oxygène qui se produira par l'accomplissement de la fonction chlorophyllienne. Il faut donc pourvoir à la nécessité de fournir peu à peu le premier gaz et d'absorber le second dans une mesure convenable. De là des dispositifs et des opérations dont voici une description très sommaire.

» Dans une sorte d'allonge cylindrique en verre, on introduit du grès calciné, imbibé d'une solution nutritive minérale exempte d'azote. L'allonge est stérilisée avec son sable, et toutes précautions sont prises pour en fermer l'entrée aux germes de l'extérieur. On sème dans le grès trois graines de pois nains (pois Gonthier), qu'on arrose d'un peu d'eau pure où l'on a broyé quelques nodosités fraîches de pois et de fèves de pleine terre; et l'on place l'allonge sur une fenêtre au midi.

» Par deux tubulures latérales, l'allonge est mise en relation avec un dispositif situé à l'intérieur du laboratoire, comprenant une trompe à mercure et un tube de verre de Bohême rempli de tournure de cuivre et couché au-dessus d'une rampe à gaz. On peut prendre, au moyen de la trompe, de petits échantillons de l'atmosphère de l'allonge. On peut les analyser sans aucune perte d'azote. Quand l'analyse en indiquera l'utilité, on introduira dans l'appareil de l'acide carbonique, ou bien on absorbera de l'oxygène en chauffant la colonne de cuivre et y faisant passer les gaz, toujours avec la trompe.

» Dès que les graines sont semées et les diverses parties de l'appareil reliées entre elles, on fait le vide parfait dans tout le système; puis on introduit successivement de l'oxygène (20 à 25 pour 100), de l'acide carbonique (6 à 9 pour 100) et de l'azote (65 à 70 pour 100) purs, ce dernier gaz étant mesuré avec la plus grande exactitude dans un volumètre.

» Pour éviter toute perte d'azote pouvant résulter d'un défaut d'étanchéité de l'appareil, on fait en sorte que la pression intérieure des gaz soit à tout moment, durant

toute l'expérience, inférieure de quelques centimètres de mercure à la pression atmosphérique.

» La végétation se produit. Elle a duré, dans nos essais, près de trois mois (août-octobre), au cours desquels on a fréquemment procédé aux manipulations propres à entretenir une composition convenable de l'atmosphère intérieure.

» A la fin, on refait le vide parfait, et l'on détermine, avec la même précision qu'au début, le volume de l'azote extrait, débarrassé de l'oxygène et de l'acide carbonique qui l'accompagnent.

» Nous avons exécuté ainsi deux expériences. Les pois n'ont pas pris un grand développement. Ils étaient sains et, pour leur taille, assez vigoureux. Ils ont donné des fleurs, mais n'ont point fructifié. Voici les chiffres qui s'y rapportent.

Méthode directe.

	Expérience I.	Expérience II (une graine avortée).
	cc	cc
Azote gazeux introduit..........	2681,2	2483,3
Azote gazeux extrait............	2652,1	2457,4
Différence ou azote gazeux fixé.	29,1 = 36^{mg},5	25,9 = 32^{mg},5

» Il est impossible d'attribuer ces différences à des erreurs tenant à la méthode suivie. En supposant que dans chaque mesure on ait commis l'erreur maxima, et comptant toutes les erreurs dans des sens tels qu'elles produisent la plus grande erreur possible, on trouve que celle-ci ne peut dépasser 3^{cc}.

» L'examen des plantes, en fin d'expérience, a fait reconnaître la présence d'un grand nombre de nodosités sur les racines de chacune d'elles.

» Des résultats qui précèdent nous pouvons rapprocher ceux de la méthode indirecte appliquée aux mêmes pois. Nous y ajouterons aussi, dans le Tableau ci-après, des chiffres relatifs à une culture de trois autres pois, venus à côté des premiers, sur un sol et dans un allonge semblables. Seulement les graines de ces trois pois n'ont pas reçu de liquide contenant le microbe des nodosités; de plus, les deux tubulures de leur allonge sont restées ouvertes; mais, comme il n'en pouvait résulter qu'un renouvellement très borné de l'atmosphère intérieure, nous leur avons fourni de l'acide carbonique; nous nous contentions, dans ce but, de souffler chaque jour avec la bouche deux ou trois fois la contenance des poumons par une des tubulures de l'allonge. Comme il était à prévoir, ces trois derniers pois sont demeurés dépourvus des nodosités et n'ont point fixé d'azote gazeux.

Méthode indirecte.

	Expérience I.		Expérience II.		Pois sans nodosité.	
	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Azote du sol avant l'expérience...	4,3	32,6	4,3	32,5	4,3	32,5
Azote des graines..............	28,3		28,2		28,2	
Azote du sol après l'expérience...	15,1	73,2	17,5	66,6	8,3	33,1
Azote des plantes entières........	58,1		49,1		24,8	
Gain d'azote..........		40,6		34,1		0,6

» Il n'y a pas concordance complète, en particulier pour l'expérience I, entre l'azote gazeux disparu qu'indique la méthode directe et le gain d'azote fourni par la méthode indirecte. On ne s'en étonnera pas, si l'on se rappelle la limite d'erreur mentionnée pour la première, et surtout si l'on songe que, dans la seconde, la détermination de l'azote des sols laisse toujours subsister une petite incertitude, le dosage étant exécuté sur 300^{gr} de matière environ et devant être ensuite rapporté à 2^{kg},3. La portée de nos expériences n'est en rien amoindrie par l'écart que nous signalons.

» *En résumé*, la méthode indirecte démontre qu'il y a eu gain d'azote au cours de la végétation, et la méthode directe que ce gain est réellement dû à la fixation d'azote gazeux. »

Observations sur la Note précédente; par M. **Berthelot.**

« La Note présentée à l'Académie par MM. Th. Schlœsing fils et Em. Laurent est fort intéressante; elle me paraît clore la polémique relative à la fixation de l'azote libre par le concours du sol et des végétaux. Elle montre en effet, — d'accord avec la longue suite de mes observations, poursuivies depuis 1883, et confirmées par MM. Dehérain, Frank et Tacke, comme avec les observations faites d'autre part par MM. Hellriegel et Willfarth, Bréal et Prazmowski, — que le sol et les plantes s'enrichissent d'azote, sous l'influence des microbes, microbes dont j'ai découvert la présence dans le sol, et dont les savants allemands ont reconnu le parasitisme et l'action spécifique sur les racines des Légumineuses. »

MICROBIOLOGIE. — *Sur le microbe des nodosités des Légumineuses.* Note de M. **Em. Laurent** [1], présentée par M. Duclaux.

« Malgré les nombreux travaux consacrés à l'étude des nodosités des racines de Légumineuses, on est encore bien peu renseigné sur les causes qui président à leur formation. Les organismes qu'on y rencontre ont été tour à tour considérés comme des êtres parasites, rangés parmi les Myxomycètes, les Bactéries ou les Champignons filamenteux; d'autres botanistes leur ont refusé toute autonomie.

» Il est pourtant facile de s'assurer, en cultivant des Pois à l'abri de tout germe étranger, que les racines de Légumineuses ne donnent pas spontanément de tubercules; l'intervention d'un germe est nécessaire, soit qu'il provienne d'une nodosité ou d'une terre qui a porté des Légumineuses.

» On peut aussi (et de nombreux savants l'avaient fait avant moi) faire des inoculations de racine à racine. Sur des Pois nains, cultivés sur une solution nutritive privée d'azote combiné, j'ai toujours vu ces inoculations réussir quand je prenais la semence dans des tubercules par trop âgés. Les premières nodosités apparaissaient huit ou dix jours après la piqûre sous-épidermique de la racine à infecter. Le succès est moins constant quand la semence est prélevée sur la plante vers l'époque de la formation des graines.

» J'ai ainsi réussi à inoculer au Pois les nodosités de plus de trente espèces de Légumineuses appartenant à des genres très différents. Le nombre, les dimensions des nodosités, ainsi que l'aspect des microbes qu'on y trouve, varient pourtant avec la nature des espèces auxquelles on a emprunté la semence.

» Il y avait un pas de plus à faire pour assurer à ces microbes l'autonomie qu'on leur a contestée, c'était de les cultiver dans des cultures pures, en dehors des tissus. Divers savants assurent y avoir réussi; mais les affirmations de plusieurs d'entre eux me semblent contestables, car ils donnent comme mobiles les êtres rencontrés dans leurs cultures. Or les bactéroïdes des nodosités, comme ceux de mes cultures, n'ont jamais que le mouvement brownien.

---

[1] Travail du laboratoire de Microbiologie de la Sorbonne, à l'Institut Pasteur.

» De mon côté, j'ai obtenu des cultures florissantes en ensemençant, à l'abri de tout germe étranger, un peu de la substance d'une nodosité sur des bouillons, gélatinisés ou non, de Pois et de Lupin. Dans les milieux liquides, un dépôt visqueux se forme au fond des matras de culture, et l'on y retrouve, au microscope, les formes en Y, en T, et même les formes les plus compliquées des bactéroïdes observés dans les nodosités. Ces liquides de culture, inoculés dans la racine de jeunes Pois, y déterminent la formation de nodosités.

» Il n'est même pas nécessaire d'avoir recours à des sucs végétaux, on peut cultiver le microbe des nodosités dans de l'eau pure, à laquelle on a ajouté un millième de phosphate de potassium, un dix-millième de sulfate de magnésium et cinq ou dix millièmes de saccharose bien pure. Dans ce mélange, dans lequel on n'a pas mis d'azote, les bactéroïdes donnent, après 4 ou 5 jours à 24°, une membrane visqueuse collée au fond du vase de culture. La saccharose peut être remplacée par la maltose, la lactose, la dextrine, la mannite ou la glycérine.

» Dans ces milieux privés d'azote, les bactéries banales, cultivées comparativement, poussent peu ou mal. Le microbe des nodosités donne, au contraire, un dépôt assez notable. Il semble donc qu'il ait la propriété d'assimiler l'azote libre. Mais c'est là un point sur lequel je me réserve de revenir.

» Ces êtres sont donc bien réellement autonomes. Dès lors à quelle place faut-il les mettre? Beaucoup de savants en ont fait des bactéries, en se fondant sur leur aspect dans les nodosités adultes. On les voit sous forme de corpuscules bactériformes rectilignes, courbés, quelquefois en Y ou en T, quelquefois à ramifications plus compliquées.

» Lorsqu'on examine au microscope des tubercules en voie de croissance, surtout si l'on plonge les coupes dans une solution assez étendue de violet Dalhia, on découvre toujours des filaments très irréguliers, traversant la région centrale du tissu cellulaire. Je les ai même observés dans les nodosités des Lupins et du Haricot d'Espagne, contrairement aux assertions de plusieurs botanistes. Çà et là, ces filaments donnent des renflements sessiles, ou situés au sommet de petits rameaux latéraux. A la surface de ces renflements apparaissent des ramuscules très courts qui leur donnent l'aspect d'une mûre. J'ai ainsi observé chez le *Lathyrus sativus*, le *Galega officinalis* et chez le *Pois*, la production de ces bactéroïdes sur les renflements mamelonnés des filaments et parfois le long des rameaux. Ces corpuscules ne tardent pas à se détacher et continuent à vivre dans la masse

protoplasmique environnante. Au lieu de se multiplier par division transversale, comme les bactéries, les bactéroïdes se ramifient par une sorte de bourgeonnement dichotomique qui aboutit à la production des formes en Y et en T si caractéristiques. Les bourgeons ainsi produits se séparent à la façon des cellules de levûres. Ce mode de ramification et de reproduction rappelle celui que M. Metchnikoff [1] a signalé chez le *Pasteuria ramosa*, parasite des Daphnies. Ce microbe et les organismes des nodosités légumineuses me paraissent devoir constituer un groupe distinct, intermédiaire entre les bactéries et les champignons filamenteux inférieurs, et qu'on pourrait appeler *Pasteuriacées*. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques caractères transitoires présentés par le* Chelmo rostratus *Linné, jeune*. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. E. Blanchard.

« Dans une collection rassemblée à l'île Thursday, détroit de Torrès, par M. Lix, se sont trouvés deux jeunes poissons, qui présentent quelques faits nouveaux pour les métamorphoses subies par les Squammipennes avant d'acquérir leurs caractères définitifs.

» Ces exemplaires, identiques dans leur aspect général, mesurent seulement, l'un 19^{mm}, l'autre 21^{mm}. Malgré cette petite taille, leur forme, sauf quelques différences légères dont il sera question plus loin, leur système de coloration, montrant sur le corps cinq bandes sombres lisérées de blanc et une tache oculiforme noire cerclée d'argent sur la dorsale molle, font reconnaître au premier coup d'œil le *Chelmo rostratus* Linné; le nombre des épines confirme cette détermination.

» Les proportions sont cependant quelque peu différentes de ce qu'elles deviennent chez l'adulte, le corps étant relativement moins élevé : la hauteur équivaut à la moitié de la longueur, au lieu des deux tiers, le museau étant sensiblement plus court; il occupe les deux cinquièmes de la longueur de la tête au lieu des quatre septièmes.

» M. Lutken, sur un individu de cette même espèce, long de 38^{mm}, avait déjà observé des faits analogues; mais les exemplaires étudiés ici offrent à l'appareil operculaire des modifications plus singulières. Le préopercule, en angle droit, porte à sa partie saillante une épine robuste, comme tron-

---

[1] *Annales de l'Institut Pasteur*, t. II, p. 165; 1888.

quée, longue d'environ $0^{mm},7$ sur le plus petit individu, dentelée à son côté supérieur; le bord montant de l'os et le bord horizontal présentent également des dentelures, plus marquées et moins nombreuses sur celui-ci. L'exemplaire de 21^{mm} a ces dentelures moins fortes et l'épine angulaire se trouve réduite à une tubérosité à peine saillante, mousse au côté gauche, aiguë au côté droit.

» Malgré la petite différence de taille, ces accidents, on le voit, tendent à disparaître chez le plus grand individu, et l'on comprend que M. Lutken n'en ait pas observé trace sur son exemplaire, notablement plus développé et montrant déjà, sous ce rapport, les caractères de l'adulte, c'est-à-dire un préopercule arrondi avec un bord libre très finement denticulé.

» En résumé, d'après l'examen de ces jeunes *Chelmo rostratus*, cet animal, avant de prendre sa forme parfaite, présente des caractères transitoires, qui nous permettent d'étendre à ce genre les notions acquises pour d'autres types dans le groupe des Squammipennes, en ce qui concerne les métamorphoses des Poissons. D'autre part, cette disposition singulière du préopercule peut aider à établir, au point de vue systématique, les relations naturelles des genres *Holacanthus* et *Pomacanthus* avec les *Chelmo* et sans doute les *Chætodon*. Puisque les premiers conservent à l'état adulte une épine préoperculaire qui, chez les seconds, n'existe que temporairement, ils doivent être considérés comme occupant dans la série un rang inférieur. »

ZOOLOGIE. — *Sur le dimorphisme sexuel des Copépodes ascidicoles* [1]. Note de M. Eugène Canu.

« Les nombreuses espèces de Copépodes qui sont commensales ou parasites des Tuniciers appartiennent à plusieurs familles. Les formes les plus élevées, de beaucoup les mieux connues grâce aux travaux de Thorell, Buchholz, Kerschner et Giesbrecht, se rangent parmi les Notodelphyidés. On les trouve plus spécialement dans les Ascidies simples; les mâles sont plus petits que les femelles adultes et en diffèrent par quelques caractères morphologiques qui les rapprochent des jeunes femelles immatures. J'ai déjà insisté sur ces faits, signalés antérieurement par Gies-

---

[1] Travail du laboratoire de Wimereux (Pas-de-Calais).

brecht chez les *Notopterophorus*, pour les interpréter comme un phénomène de progénèse dans le sexe mâle (*Bulletin scientifique*, t. XXII, p. 484).

» Les Copépodes parasites des Synascidies appartiennent en général à d'autres familles; dans la plupart des espèces, les femelles seules ont été soigneusement étudiées par les carcinologistes. Ce n'est que rarement que des Copépodes mâles ont été observés dans les Tuniciers; ils ont été, dans ce cas, décrits comme espèces distinctes, ou bien rapprochés d'exemplaires femelles recueillis dans le même hôte; mais ces déterminations ne me paraissent reposer sur aucune base sérieuse, et les nombreuses descriptions publiées par Hesse laissent subsister sur ce point une complète incertitude. Il existe en effet, entre les deux sexes, des différences considérables, et ce n'est qu'en suivant pas à pas les métamorphoses de ces parasites qu'il était possible de faire un rapprochement certain entre les deux sexes d'une même espèce.

» Je prends comme type l'*Enterocola fulgens* (van Beneden), commun à Wimereux dans le *Polyclinum succineum* (M.-Edw.).

» La *femelle* se rencontre très fréquemment, pendant toute la belle saison, dans la plupart des cormus de la Synascidie, et s'y aperçoit facilement à cause de la belle coloration rouge des œufs mûrs. Elle est vermiforme et ses mouvements très restreints sont d'un parasite définitif. Comme on le sait, d'après les descriptions de van Beneden, Claus et della Valle, elle ne possède pas d'appendices natatoires; les pattes thoraciques, très réduites, ne portent que des épines recourbées en crochet et ne peuvent servir qu'à ramper.

» Contrairement à l'opinion de Claus et de della Valle, le genre *Enterocola* est dépourvu de mandibules. Ces appendices (dernière paire d'appendices naupliens) entrent en régression pendant la métamorphose, durant le passage du dernier stade nauplien au premier stade cyclopoïde.

» Dans l'évolution de la femelle, c'est le deuxième embryon cyclopoïde qui est le dernier stade mobile, et c'est à cet état que le parasite recherche son hôte définitif. A la mue suivante, l'embryon femelle perd tous les attributs du Copépode libre; les antennes se simplifient, les soies et les bâtonnets sensoriels disparaissent, les pattes se transforment en moignons armés de crochets. Chez la femelle, le deuxième stade cyclopoïde est donc suivi du premier stade entérocolien, curieuse condensation embryogénique exclusivement limitée à ce sexe.

» Le *mâle*, après ce deuxième stade cyclopoïde, continue à se déve-

lopper suivant le mode normal des Copépodes nageurs, par un accroissement graduel des organes natatoires et sensoriels; il s'écarte donc totalement de la femelle, pour ressembler plutôt aux formes semi-parasites comme *Notodelphys*. Il est très commun dans les *Polyclinum* à la fin de l'été, et plus rare au printemps. Sa taille dépasse 1^{mm}; les cinq segments thoraciques sont libres et l'abdomen comprend cinq segments et la furca. Les antennules et les antennes sont pluri-articulées, et munies de soies et d'organes sensoriels; les mandibules manquent; les quatre paires de pattes natatoires ont deux rames pluri-articulées, la cinquième paire est plus réduite.

» L'éthologie et l'ontogénie s'accordent pour établir l'identité des formes sexuelles de l'*Enterocola fulgens*, dont le dimorphisme sexuel devient des plus remarquables par la précocité de son apparition dans le cours des métamorphoses embryonnaires.

» Les *Enteropsidæ* (Aurivillius) présentent des faits analogues, qui ont jusqu'ici échappé aux naturalistes à cause même de ce dimorphisme si précoce et si accentué; les espèces d'*Haligryps, teres* et *aculeatus*, décrites par C.-W.-S. Aurivillius d'après des exemplaires recueillis dans *Molgula ampulloides*, ne sont que le mâle, adulte et très jeune, d'*Enteropsis sphinx* signalé par cet auteur dans la même Ascidie ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur les différences sexuelles du* Lepadogaster bimaculatus *Flem* ([2]). Note de M. **Frédéric Guitel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans le cours de mes recherches sur les Lépadogasters (*Archives de Zoologie expérimentale et générale*, 1888), j'avais plusieurs fois remarqué des différences notables entre les individus de *L. bimaculatus* que je capturais. Dans le but de rechercher la raison déterminante de ces différences, j'ai examiné pendant mon dernier séjour au laboratoire de Roscoff un assez grand nombre de ces animaux et voici les faits que j'ai observés :

» Tous les individus que j'ai étudiés présentent les caractères qui dis-

---

([1]) *Krustaceer hos Arktiska Tunskater* (*Vega Expeditionens Jakttagelser*, Bd. IV, Stocholm; 1885, p. 242-248).

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire de Roscoff (Finistère).

tinguent le *L. bimaculatus* de toutes les autres espèces du même genre [1]; mais, parmi ces individus, il y en a de deux formes différentes. Voici les traits caractéristiques de ces deux formes :

» Dans la première, l'épaisseur maxima de la tête est contenue deux fois dans sa largeur, deux fois et quart dans sa longueur et généralement huit fois dans la longueur totale du corps. Le museau est arrondi et très obtus, de sorte que, à peu de distance de son extrémité, il est aussi large qu'à sa base. Le diamètre de l'œil est compris une fois et trois quarts dans l'espace interorbitaire, une fois un tiers dans l'espace préorbitaire et deux fois dans l'épaisseur maxima de la tête. Le profil du museau et celui du crâne font un angle obtus très nettement indiqué, dont le sommet se trouve sur la ligne qui joint les deux yeux. Cette forme atteint une plus grande taille que la seconde; sa couleur est généralement d'un vert clair uniforme, avec le dessous de la tête blanc tacheté de noir. Il y a des individus marbrés.

» Dans la seconde forme, l'épaisseur maxima de la tête est contenue une fois et trois quarts dans sa largeur, deux fois et quart dans sa longueur et sept à huit fois dans la longueur totale du corps. Le museau est atténué dès sa base. Le diamètre de l'œil est contenu une fois seulement dans l'espace interorbitaire et dans l'espace préorbitaire, deux fois dans l'épaisseur de la tête. Le profil du museau se continue insensiblement avec celui de la tête. Les individus de cette catégorie restent toujours notablement plus petits que ceux de la première; ils sont généralement marbrés de diverses couleurs, mais quelquefois leur teinte est uniforme.

» Les différences qui précèdent sont difficiles à synthétiser d'après des descriptions techniques comme celles que je viens de donner; mais quand on a les deux formes sous les yeux on les distingue au premier coup d'œil et on constate que leurs différences peuvent se résumer ainsi : la première a la tête très large, les joues très saillantes, le museau obtus et les yeux petits, tandis que la seconde a la tête étroite, les joues aplaties, le museau atténué et les yeux relativement gros.

» La largeur de la tête de la première forme tient à ce que son muscle releveur des mâchoires est énorme, et fait une saillie considérable sur les côtés de la tête, ce qui n'a pas lieu dans la seconde forme.

---

[1] La dorsale et l'anale sont séparées, ce qui les distingue du *L. Gouanii* Lac., du *L. Brownii* Risso et du *L. Wildenowii* Risso; de plus, l'anale a de quatre à six rayons et la dorsale de cinq à sept, ce qui les distingue du *L. Candollii* Risso et du *L. gracilis* Moreau (*Mirbelia gracilis* Canestrini).

» J'ai ouvert un grand nombre d'individus des deux formes et j'ai constamment trouvé des testicules dans la première et des ovaires dans la seconde. Il est donc à peu près certain que les deux formes représentent le mâle et la femelle de la même espèce, le *L. bimaculatus*. Pour acquérir la certitude absolue de ce fait, il faudrait pouvoir élever les embryons d'une même ponte et retrouver parmi eux les deux formes. Malheureusement je n'ai jamais pu arriver à ce résultat, car jamais je n'ai réussi à voir les embryons passer de la forme larvaire à la forme adulte.

» Malgré cela, l'identité des caractères spécifiques dans les deux formes et le fait que la première a toujours des testicules et la seconde des ovaires suffisent, selon moi, pour qu'on puisse affirmer qu'elles ne constituent pas deux espèces distinctes, mais qu'elles sont les deux sexes d'une même espèce, le *L. bimaculatus*. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les forces moléculaires antagonistes qui se produisent dans le noyau cellulaire, et sur la formation de la membrane nucléaire.* Note de M. **Ch. Degagny**. (Extrait.)

« Dans une Note adressée au mois d'août dernier, j'ai cherché à montrer que les matières chromatiques polaires, chez les *Spirogyra*, sont de provenance nucléaire; qu'elles se détachent du nucléole et que, mêlées aux matières colorables du filament, elles sont refoulées vers les pôles du fuseau, dans des directions parallèles au grand axe de la cellule.

» Existe-t-il des preuves directes, pouvant montrer nettement l'antagonisme qui se produirait entre les diverses parties des matières colorables du noyau? J'avais basé la démonstration de ma thèse sur ce fait, que les matières chromatiques polaires rentrent dans le noyau. D'autres faits, que je n'avais pas d'abord remarqués, sont venus confirmer les données de mes premières observations.

» On sait que l'augmentation de volume du noyau est le premier indice de la rupture de l'équilibre qui régnait à son intérieur, et le prélude de sa division. Cette augmentation de volume, il l'acquiert progressivement; on voit sa membrane se distendre dans des directions variées et, en même temps, les granulations colorées en rouge, dont j'ai parlé, se répartir dans la cavité du noyau. Alors le nucléole n'occupe plus sa position d'équilibre au centre; on le trouvé placé tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. On peut soupçonner qu'il s'y trouve repoussé alternativement et que la cause doit en

être recherchée dans la présence toute récente des granulations rouges, puisque, avant leur apparition, il restait en équilibre.

» On verra que tous ces faits : apparition des granules et petits boyaux rouges, entremêlés au filament dont les microsomes sont colorés en vert; gonflement du noyau, projection du nucléole, sont sous la dépendance de la même cause, qu'ils commencent au même moment et concourent au même but.

» La séparation des particules nucléolaires se fait généralement d'une façon lente chez les *Spyrogyra;* le nucléole ne perd pas sa position centrale où il est en équilibre. D'autres fois, et on le constate, comme je l'ai dit, après de longues et stériles observations, *le phénomène de séparation s'exagère;* on trouve alors inopinément l'explication de tout ce qui se passe à l'intérieur du noyau. Le nucléole *se rompt quelquefois brusquement en masse*, et des particules nombreuses colorées en rouge sont projetées, non plus dans diverses directions, mais du même côté, comme des projectiles qui sortiraient d'une arme à feu. Le nucléole est alors refoulé dans une direction opposée à celle des granulations qu'il projette. Il y a *antagonisme visible* entre les diverses parties des matières chromatiques du nucléole. Celui-ci reprend bientôt sa position centrale d'équilibre, mais tout antagonisme n'a pas cessé entre lui et les particules qui se sont séparées de sa masse. Celles-ci se répartissent dans la cavité et subissent l'action répulsive du nucléole; elles traversent la membrane en formant les fils achromatiques, puis, au delà de celle-ci, la condensation de matières protoplasmiques aux pôles. Nous allons en trouver la preuve dans la formation de la membrane nucléaire.

» La membrane nucléaire naît à la surface des moitiés de nucléole arrivées aux pôles; elle naît par la formation progressive de petites bulles diaphanes, qui se forment sur les matières chromatiques comme les bulles qui montent sur un liquide en fermentation. Ces bulles augmentent bientôt en nombre et en volume. Elles se réunissent, celles de l'extérieur repoussées par les matières polaires très denses qui s'approchent à celles de l'intérieur tournées vers la région équatoriale, en crevant les unes dans les autres, pour former au devant du nucléole la *vésicule claire*.

» Il se forme donc, au contact des matières chromatiques, aussi bien du côté polaire que du côté équatorial, du côté des matières protoplasmiques préexistantes que du côté du tonneau, où ces matières protoplasmiques ne sont pas encore arrivées, chez les *Spirogyra*, des matières plasmiques qui se condensent sous forme de membrane, et des matières

liquides avides d'eau, qui produisent la turgescence des bulles, des vésicules, puis finalement de la membrane nucléaire.

» C'est-à-dire qu'il se produit, comme j'ai cherché à l'établir à diverses reprises, au contact des matières chromatiques nucléaires, des matières dont certaines parties coagulables changent rapidement d'état au fur et à mesure de leur production, dont les autres, produisant les effets de turgescence, restent dissoutes sous forme d'hydrates de carbone, d'amides solubles.

» Les granulations rouges détachées du nucléole ne font que reproduire sur leur passage les mêmes réactions, en formant les fils achromatiques dont l'apparition est contemporaine de la turgescence du noyau, suivie bientôt de la dissolution de la membrane et de la cendensation aux pôles de matières protoplasmiques nouvelles.... »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine des rideaux en Picardie.* Note de M. **Henri Lasne**, présentée par M. Daubrée.

« Je demande la permission de répondre quelques mots aux critiques formulées par M. de Lapparent (*Comptes rendus*, 3 novembre 1890) au sujet de l'explication que j'ai donnée du phénomène des rideaux (*Comptes rendus*, 7 juillet 1890), très développé dans la région picarde. Faut-il lui reconnaître une origine géologique, comme je le crois, ou simplement l'attribuer au résultat de la culture, comme le pense M. de Lapparent ?

» J'ai déjà développé, ici même, et dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, les observations relatives au parallélisme complet des rideaux et des diaclases. M. de Lapparent ne me paraît pas attacher assez d'importance à cette corrélation exacte, quand il se contente de l'expliquer par la dépendance, mise en lumière par M. Daubrée, entre la direction des éléments des vallées et celle des diaclases. Dans le cas actuel, nous trouvons nombre de rideaux qui ne sont parallèles ni au thalweg, ni aux lignes de niveau ; de telle sorte qu'ils dépendent d'un système de diaclases, pendant que la vallée dépend d'un autre : la relation est donc directe, et sans intermédiaire, entre les rideaux et les diaclases.

» Quand je parle de la dissolution souterraine du calcaire, je ne crois pas faire une hypothèse gratuite. La dissolution superficielle est démontrée directement par de nombreux exemples, sans parler de la composition de l'eau des sources ; et l'on ne comprendra pas que la même action dissol-

vante ne soit pas exercée en profondeur, par les eaux qui ont pénétré à la faveur des diaclases jusqu'à la couche plastique qui les retient, sur la craie avec laquelle elles sont ainsi mises en contact. De là, dans la craie, des affaissements dont nous pouvons constater les résultats.

» Il est possible que la culture prolongée ait parfois accumulé des terres, reproduisant ainsi l'apparence extérieure des rideaux ; mais, tout en concédant volontiers que le travail des hommes a régularisé les arêtes et les talus, je me refuse à y voir la cause du phénomène dans ce qu'il a de général, au moins en Picardie.

» I. Une série de preuves peut être tirée des circonstances extérieures. En premier lieu la grandeur du phénomène. A côté des petits ressauts, il existe des accidents qui présentent 20^m et plus de hauteur, sans qu'il soit possible de trouver une ligne de démarcation entre les différents ordres de grandeur. Les rideaux de plus de 10^m sont très fréquents, et, à cette dimension, il me paraît difficile de les attribuer au travail des hommes.

» On rencontre la même difficulté dans le cas souvent constaté où plusieurs rideaux importants se succèdent, séparés seulement par une faible distance horizontale, simulant ainsi un vaste escalier. Je citerai un exemple, voisin de Ribemont (Somme), où il existe quatre rideaux successifs, ayant chacun de 7^m à 10^m de hauteur, et séparés horizontalement par des espaces de 15^m à 20^m au plus.

» Certaines vallées présentent un fond plat, souvent de très faible largeur, bordé de part et d'autre par deux rideaux en regard, immédiatement surmontés de plusieurs autres échelons rapprochés. Là encore, l'explication par les travaux de culture est impuissante, car la place manque pour le déblai ou le remblai qui aurait dû être fait.

» Les rideaux ne se trouvent pas nécessairement sur des pentes rapides : il en est qui limitent au-dessus et au-dessous des surfaces peu inclinées. J'en ai même vu à partir du pied desquels le terrain remontait à contre-pente.

» Sur les pentes où l'érosion a mis la craie à nu, les rideaux ne s'en sont pas moins produits, et alors leur talus est en craie, à peine couronné parfois d'une mince couche d'argile à silex. Là encore on ne voit pas l'effet des travaux de culture. Je pourrais ajouter beaucoup d'autres remarques analogues, ayant la même signification, et faciles à vérifier partout dans la Somme et le Pas-de-Calais.

» II. Il me reste encore à faire valoir, dans le même sens, des considérations tirées de la structure interne. On rencontre là certaines difficultés

résultant, d'une part, de ce que les coupes sont rares et, de l'autre, qu'on manque de points de repère dans la craie. Il n'en est qu'un bien marqué, c'est la base de la craie phosphatée à *Belemnitella quadrata,* nettement séparée de la craie blanche sous-jacente. Quoique je n'aie pas eu l'occasion d'observer une coupe présentant en regard les deux lèvres dénivelées de la fissure, l'ensemble des faits observés équivaut à cette constatation directe. J'ai toujours observé, de part et d'autre d'un rideau, une dénivellation brusque des couches. Il en est ainsi au Grand-Rideau, à Orville : sa hauteur est de 12^m au moins, et la base de la craie phosphatée subit d'un côté à l'autre un affaissement de même importance. Les ouvriers traduisent ce mouvement en disant que les couches de craie *suivent la forme du terrain.*

» Un peu plus loin on rencontre la vallée Toussaint, petite dépression parallèle à l'Oise, bordée par des rideaux et barrée transversalement vers son origine par un rideau important : au-dessous, on trouve la craie phosphatée; au-dessus, au contraire, la craie blanche inférieure. D'où il résulte qu'il existe en ce point un affaissement de 15^m environ, auquel correspond le rideau.

» On trouve fréquemment au-dessous des rideaux des poches creusées dans la craie, dont quelques-unes ont été exploitées pour le phosphate qu'elles contenaient. On a pu constater que rien n'était modifié dans la position relative des terrains qui les remplissent. Or ces poches n'ont pu se former que sur les plateaux antérieurement à l'érosion diluvienne, d'où il résulte que la craie où elles sont creusées s'est affaissée, depuis cette époque, d'un mouvement d'ensemble. Cet affaissement dépasse souvent 20^m et correspond toujours à des rideaux.

» III. En suivant l'opinion qui m'est opposée, on ne voit pas de raison pour qu'il n'y ait pas de rideaux partout où il y a des pentes et des épaisseurs suffisantes de terrains meubles. Quoique ces conditions soient réalisées en bien des points, ce phénomène ne s'est largement développé que dans une région assez restreinte. Dans la craie elle-même, les rideaux ne se montrent pas partout; dans la Seine-Inférieure, par exemple, ils sont tout au moins fort rares, quoique la nature des terrains superficiels et la configuration du sol présentent la plus grande analogie avec la région picarde. C'est plus profondément qu'il faut rechercher la raison de la différence.

» Je maintiens donc l'opinion que les rideaux de Picardie doivent leur origine à l'affaissement des couches de craie suivant les diaclases préexis-

tantes, affaissement dû aux dissolutions souterraines. Les travaux de culture ont ensuite régularisé les arêtes et les talus. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Séance du 20 octobre 1890.)

Note de M. *Resal*, Etude du mouvement d'un double cône paraissant remonter, quoique descendant, sur un plan incliné :

Page 548, ligne 6 en remontant, *au lieu de* puisse se loger, *lisez* ne puisse se loger immédiatement et entièrement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 NOVEMBRE 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences sur les actions mécaniques exercées sur les roches par des gaz doués d'une très forte pression et d'un mouvement rapide;* par M. **Daubrée**.

« Des expériences antérieures m'ont permis de préciser le rôle des gaz à haute tension, lors du parcours des météorites au travers de l'atmosphère terrestre. Elles m'ont conduit à me demander si la dynamique des gaz, dont les intenses pressions souterraines nous sont attestées chaque jour par les phénomènes volcaniques et sismiques, n'est pas intervenue dans bien des circonstances pour produire des effets considérables dans l'épaisseur de l'écorce terrestre.

» Plusieurs questions me paraissent recevoir un éclaircissement notable de ce point de vue nouveau. Telles sont l'ouverture des cheminées diamantifères de l'Afrique australe; celles de beaucoup de canaux volcaniques; la

formation de poussières de natures diverses; la plasticité possédée par les roches, lors des grandes pressions orogéniques.

PREMIÈRE PARTIE. — LUMIÈRE FOURNIE SUR L'HISTOIRE DES CHEMINÉES DIAMANTIFÈRES DE L'AFRIQUE AUSTRALE PAR DES EXPÉRIENCES METTANT EN ÉVIDENCE L'ACTION PERFORATRICE DES EXPLOSIONS GAZEUSES.

Caractères des cheminées de l'Afrique australe.

» L'exploitation des mines de diamants de l'Afrique australe a révélé, entre autres faits importants, un mode particulier suivant lequel s'est brisée l'écorce terrestre : c'est sous forme de canaux verticaux, dont les caractères remarquables et exactement constatés par de nombreuses exploitations méritent d'être sommairement rappelés.

» D'après le très intéressant exposé qu'en a donné M. Moulle [1], les gisements diamantifères du Cap forment, sans exception, des masses cylindroïdes s'enfonçant normalement dans le sol et remplissant de véritables cheminées, taillées, comme à l'emporte-pièce, dans les roches sous-jacentes, sédimentaires et éruptives. Les gisements qui ont été reconnus, au nombre de dix-sept, sont situés le long d'une ligne droite de 200^{km} de longueur.

» Toutes les cheminées diamantifères ont une section circulaire, elliptique ou réniforme, sans orientation spéciale. Leur diamètre peut varier de 20^m à 450^m; il est généralement compris entre 150^m et 300^m (Kimberley, de Beers et Bultfontein).

» Tous les gisements de roches diamantifères se sont présentés primitivement comme surmontés d'une légère éminence, de quelques mètres de hauteur, d'où leur nom de *Kopyes* (éminences, petites têtes).

» Le calibre des cheminées diamantifères se rétrécit généralement dans la profondeur.

» Les parois de la cheminée sont toujours parfaitement lisses et finement striées de bas en haut. Les stries, toutes parallèles, attestent très nettement un énergique frottement et une poussée verticale de bas en haut de la matière contenue dans la cheminée.

» Les couches de schistes qui forment la paroi de la cheminée n'ont éprouvé au contact aucune altération; elles sont seulement relevées vers le haut.

» Le remplissage des cheminées consiste en roches fragmentaires, la plupart silicatées et magnésiennes, dans lesquelles sont disséminés les diamants.

---

[1] *Géologie générale des mines de diamants de l'Afrique du Sud* (*Annales des Mines*, t. VII, p. 193; 1885).

Mode d'expérimentation; résultats obtenus.

» Comment ont été ouverts ces canaux verticaux, dont la section horizontale, comme on vient de le voir, est ordinairement très restreinte, malgré la grande profondeur dont ils émanent? Cette forme de rupture contraste avec les cassures linéaires qui traversent de toutes parts l'écorce terrestre. Aussi bien que les canaux volcaniques, les cheminées diamantifères, ne peuvent avoir été ouvertes que par des efforts dirigés de l'intérieur du globe vers la surface.

» Ayant constaté la puissance en quelque sorte stupéfiante des gaz, dans de précédentes expériences, où ils agissaient à la manière de poinçons d'acier énergiquement poussés ou de projectiles ([1]), j'ai été conduit à les mettre de nouveau en jeu, pour voir par quels procédés ils auraient pu contribuer à ces percements de l'écorce terrestre.

» Si je suis parvenu à réaliser le programme que j'avais en vue, c'est grâce à l'inépuisable obligeance de notre éminent confrère M. Sarrau, et à celle, non moins grande, de M. Vieille, dont les importants travaux ont été hautement appréciés par l'Académie. Avec ce précieux concours, j'ai trouvé au Laboratoire central des Poudres et Salpêtres des appareils et un personnel qu'il m'eût été impossible de rencontrer ailleurs.

» Nous avons eu recours à l'éprouvette manométrique, ordinairement employée pour les études relatives aux explosifs, mais spécialement modifiée par M. Vieille pour la circonstance. Le cylindre d'acier, à parois très épaisses, dans lequel se produit l'explosion, est fermé à ses deux extrémités par deux tampons filetés également en acier. L'un de ces tampons est muni d'un dispositif de mise à feu, c'est-à-dire d'un fil de platine que l'on fait rougir pour enflammer la charge. L'autre tampon, qui est ordinairement destiné à recevoir le manomètre à écrasement dans un logement cylindrique, a été transformé, pour permettre de remplacer le manomètre par la roche en expérience. De plus, un orifice circulaire, de 10^{mm} de diamètre, a été pratiqué au fond de ce logement, afin que les gaz intérieurs, au lieu de rester emprisonnés comme d'ordinaire, pussent s'échapper, mais seulement après avoir traversé la roche qui leur barrait le passage. Cette roche,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, 1878, et LXXXIX, 1879. *Géologie expérimentale*, p. 624 et suiv.

taillée sous forme de cylindre, s'appuie donc, par une de ses bases, contre un tampon fixe et, par l'autre, contre la tête d'un piston qui reçoit l'action de la pression.

» L'éprouvette a 64^{mm} de diamètre intérieur sur 100^{mm} de hauteur, et par conséquent une capacité de 304^{cc}.

» Comme matière explosive, on a employé, tantôt du coton-poudre, tantôt de la dynamite-gomme, qui occupait ordinairement le dixième de la chambre; en d'autres termes, le chargement était à la densité de 0,1. La pression développée était alors de 1100 à 1700 atmosphères. La température est évaluée à 2500° pour le coton-poudre et à 3200° pour la dynamite-gomme. Quant à la durée de l'explosion, elle est toujours très faible, de $\frac{2}{100000}$ à $\frac{3}{100000}$ de seconde pour le coton-poudre et de $\frac{3}{1000}$ de seconde pour la dynamite-gomme, que l'on qualifie comparativement, en langage technique, d'*explosif lent*.

» Dans une première série d'expériences, pour donner issue à travers la roche aux gaz intérieurs, une fissure très fine avait été pratiquée suivant un plan diamétral du cylindre.

» Une seconde série d'expériences a concerné des cylindres portant, suivant leur axe, une très fine perforation, afin de concentrer plus sûrement l'action des gaz, dont un obturateur spécial empêchait la fuite dans des directions diverses.

» Les substances sur lesquelles j'ai expérimenté sont le calcaire grossier de Marly-la-Ville, près Paris; le calcaire siliceux très dur, faisant feu au briquet, de Château-Landon (Seine-et-Marne); le gypse saccharoïde; l'ardoise d'Angers; le granite de Bretagne employé à la construction des trottoirs de Paris; puis, comme termes de comparaison, la pâte de creusets réfractaires, la porcelaine, le verre, le cristal, l'acier et la fonte [1].

» Ne pouvant rendre compte ici de la série d'expériences, je me bornerai à énumérer sommairement leurs résultats essentiels :

» 1° *Ruptures produites*. — Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, la plupart des roches, sous l'action du choc subit des gaz, ont éprouvé des fractures plus ou moins nombreuses.

» Dans l'ardoise, les plans de rupture sont dirigés suivant des clivages,

---

[1] Je dois les cylindres de verre et de cristal à M. Léon Appert; ceux d'acier et de fonte à M. Liébaut; ceux de terre cuite et de porcelaine à M. Verneuil; j'adresse à tous ces messieurs l'expression de ma gratitude.

et les segments se déplacent, en glissant les uns relativement aux autres, à la manière de ce que l'on observe, toute proportion gardée, pour les failles. Le verre se craquèle.

» Le calcaire et le granite se concassent ou se broient. Par la pression, les menus fragments se réagglutinent aussitôt, de manière à simuler une régénération de la roche primitive. L'ensemble de ces faits rappelle le phénomène si bien observé par Tyndall de la plasticité de la glace.

» 2° *Érosions*. — Toutes les roches, même les plus tenaces, éprouvent de la part des explosions gazeuses des érosions plus ou moins profondes.

» Dans les parties où les gaz exercent directement leur frottement, ils désagrègent ou pulvérisent, puis arrachent des parcelles de la roche. Ces effets, particulièrement accentués pour le gypse et le calcaire, se manifestent encore très énergiquement dans le granite. Les surfaces préalablement polies de ce dernier deviennent tout à fait rugueuses, par suite de l'inégalité de résistance des trois éléments.

» 3° *Perforations*. — Quand les gaz, au lieu de s'échapper suivant des directions diverses, concentrent leur action suivant certaines parties des fissures, ils y produisent de véritables *perforations*, c'est-à-dire qu'ils y percent des canaux plus ou moins réguliers et à contours arrondis.

» Dans le calcaire grossier il s'est produit, à plusieurs reprises, suivant la cassure diamétrale très fine qui traversait le cylindre dans toute sa longueur, un canal perforé, assez large pour que l'on puisse parfaitement voir le jour à travers. Sa section, du côté de la sortie, avait pour contour une courbe allongée ayant 13^{mm} de longueur sur 6^{mm} de largeur. Les gaz avaient donc instantanément traversé le cylindre en y ouvrant un canal sinueux; en même temps ils s'étaient frayé un passage sur la périphérie de ce cylindre et l'avaient fortement érodée.

» Il est à remarquer qu'en général, à moins d'obstacles, les perforations s'évasent du dedans vers le dehors.

» Malgré son excessive ténacité, le granite lui-même n'a pas échappé à la puissance perforatrice des gaz, comme le montre l'échantillon que je présente à l'Académie. Une rigole en zigzag, de $\frac{1}{10}$ de millimètre environ de largeur et d'autant de profondeur, avait été creusée sur la section plane d'une des moitiés du cylindre; celle-ci avait été appliquée contre la seconde moitié, avec laquelle elle avait un contact à peu près parfait, les deux faces ayant été planées et polies avec soin. Or, après l'explosion, non seulement le canal primitif s'est très notablement élargi, mais encore un second canal, juxtaposé au premier, a été ouvert instantanément par les gaz, qui ne trouvaient pas, paraît-il, une issue suffisante, de manière à

en faire, pour ainsi dire, la contre-partie symétrique. En outre, près de l'orifice de sortie, les gaz ont produit un arrachement sous forme de calotte hémisphérique, qu'ils ont broyé et projeté au dehors de l'appareil.

» Par le second mode d'expérimentation, l'action perforatrice se manifeste bien plus énergiquement encore : dans un cylindre de granite, le canal axial de $1^{mm},2$ a été porté à 11^{mm}, et sa nouvelle paroi présente une série d'excavations profondes, ayant une tendance à s'aligner suivant des génératrices.

» Il convient d'ajouter que, pour ces deux expériences sur le granite, la densité du chargement du coton-poudre était de 0, 2, ce qui correspond à une pression de 2300 atmosphères.

» 4° *Stries de frottement.* — Des stries restent le plus souvent, comme des témoins des puissants efforts exercés sur les surfaces frottées. Les parties solides, après avoir été arrachées, soumises qu'elles étaient à une très puissante pression et à un mouvement rapide, ont, à la manière de burins, gravé la trace de leurs mouvements. Ces stries sont tantôt rectilignes et parallèles, tantôt s'écartent en éventail, tantôt s'infléchissent avec une légère courbure, de manière à représenter graphiquement et d'une manière durable les mouvements des gaz qui leur ont donné naissance. Sur le calcaire siliceux qui, comme on l'a vu, est assez dur pour ne pas être rayé par une pointe d'acier et pour faire feu au briquet, ces stries sont parfaitement nettes sur les huit faces des quatre segments dans lesquels le prisme était partagé. Dans ces conditions, la roche se burine elle-même, réalisant une imitation des stries dues aux phénomènes glaciaires. Dans les discussions auxquelles l'origine des stries de la période quaternaire a donné lieu autrefois, on avait cru pouvoir admettre que les corps solides seuls pouvaient exercer une pression efficace; or nous voyons que des gaz arrivent à ce même résultat.

» 5° *Poussières produites.* — Les parties arrachées aux roches sont lancées dans l'atmosphère. Je reviendrai ultérieurement sur l'examen de ces poussières, ainsi que sur d'autres phénomènes qui ne se rattachent pas directement au sujet de cette première Partie : *la fusion et l'étonnement; la plasticité acquise par les roches sous l'influence de la pression.* »

Analogies des résultats de l'expérience avec les formes, les caractères et la disposition des cheminées diamantifères.

» On vient de voir comment les gaz doués de très hautes pressions et animés de grandes vitesses attaquent toutes les roches. Se renouvelant sans interruption, aidés d'ailleurs d'une température fort élevée

d'une vitesse qui excède 1300^{m} par seconde, ils s'acharnent, pour ainsi dire, comme à une proie, contre la paroi qu'ils frottent. Il est très remarquable qu'il suffise de 30^{gr} de gaz, agissant pendant une faible fraction de seconde, pour opérer une telle série d'effets mécaniques et calorifiques.

» Non seulement ils produisent des érosions sur les parois des cassures, à travers lesquelles ils se frayent une voie; mais si, en quelques points de ces cassures, ils rencontrent un passage relativement facile, ils y concentrent leur action, y perforent des canaux, se rapprochant plus ou moins de formes cylindriques.

» Les résultats de l'expérience présentent avec les formes, les caractères et la disposition des canaux diamantifères de l'Afrique australe des analogies bien remarquables, qui paraissent en éclairer l'origine.

» D'abord l'alignement rectiligne des canaux diamantifères ne peut être dû à une circonstance fortuite. Elle indique manifestement qu'ils ont été ouverts sur une même grande faille ou un même système de failles parallèles. Toutefois, ces cheminées ont une origine qui leur est propre et certainement distincte de celle des grandes fractures linéaires, sur lesquelles elles sont cependant entées.

» De même que dans les érosions expérimentales, les trouées naturelles qui nous occupent se sont établies sur des cassures profondes, qui étaient en quelque sorte préparées pour les recevoir. Les points singuliers d'échappement que les gaz ont choisis çà et là pouvaient être déterminés par un élargissement ou par le croisement d'autres failles.

» La forme cylindroïde, la petitesse de leur calibre relativement à leur grande profondeur, leurs parois alésées ou légèrement coniques, leurs stries et leurs cannelures longitudinales, gravées par les matériaux solides que les gaz poussaient devant eux; tous ces caractères se retrouvent, à l'échelle du laboratoire, dans les résultats des expériences et constituent autant de traits d'identité.

» Si nous ignorons la nature des fluides élastiques qui ont agi dans ces circonstances, rappelons cependant que l'exploitation constate, à chaque instant, de manière même à en être gênée, la présence de gaz carburés à forte tension qui sont emprisonnés dans les roches.

» Dans les expériences précitées, l'explosion qui détermine les érosions a eu une durée de quelques cent-millièmes ou de quelques dix-millièmes de seconde, c'est-à-dire qu'elle est presque instantanée. Rien n'empêche de supposer que dans la nature, où les réservoirs d'accumulation pouvaient être gigantesques, elles ont été beaucoup moins courtes et par consé-

quent, capables de produire des résultats tout autrement considérables.

» D'ailleurs, une fois ouverts, les canaux verticaux ont été peut-être élargis et parfois alésés par des actions de diverses natures.

» Des perforations aussi remarquables, tant par leurs formes que par les communications qu'elles ont établies avec les profondeurs du sol, constituent, parmi les cassures terrestres, un type assez nettement caractérisé pour mériter d'être distinguées par une dénomination spéciale. Le nom de *diatrème* du grec (διατρῆμα, perforation) rappelle l'origine probable de ces trouées naturelles, véritables *tunnels verticaux*, qui se rattachent, comme un incident particulier, aux cassures linéaires, diaclases et paraclases.

» Une prochaine Communication montrera que l'expérimentation paraît aussi s'appliquer au percement des canaux volcaniques. »

CHIMIE. — *Sur quelques faits relatifs à l'histoire du carbone.* Note de MM. **Paul** et **Léon Schützenberger.**

« Au cours d'expériences dirigées en vue d'obtenir des azotocarbures, nous avons été amenés à observer certains faits relatifs à l'histoire chimique du carbone et qui nous semblent offrir quelque intérêt.

» Le gaz cyanogène sec et pur, dirigé sous forme de courant lent et régulier à travers un tube en porcelaine chauffé au rouge cerise, n'est que très incomplètement décomposé en carbone et en azote. La majeure partie du cyanogène sort intact à l'extrémité du tube. La décomposition est un peu plus active au rouge blanc, à une température voisine de celle du ramollissement de la porcelaine. Dans ce cas, la surface interne du tube se recouvre d'une couche peu épaisse, brillante, gris noirâtre, à éclat presque métallique, rappelant celui du graphite poli. Cette couche se détache en partie, après refroidissement, sous forme d'écailles auxquelles adhère d'un côté le vernis fondu du tube. Même à cette température élevée, la destruction du cyanogène n'est que très limitée.

» Les résultats sont bien différents si l'on introduit dans la partie chaude du tube une longue nacelle en charbon de cornue, saupoudrée sur toute sa surface d'une petite quantité de cryolithe en poudre. La décomposition du cyanogène en carbone et azote est alors complète, à partir du rouge cerise, même avec un courant gazeux assez rapide. Au bout d'une heure et demie à deux heures, le tube, dont le diamètre intérieur était de 3^{cm}, s'est trouvé obstrué par un volumineux dépôt de carbone. Pendant

toute la durée de l'expérience, il s'est dégagé de l'azote exempt de cyanogène.

» Le charbon, qui finit par former bouchon, offre dans les parties voisines de l'axe l'apparence d'une masse gris noirâtre, volumineuse et légère, formée par un feutrage assez lâche de longs filaments, très fins. Sa consistance est celle de l'ouate. Les parties du dépôt qui avoisinent les parois du tube sont également grisâtres, mais plus compactes. Elles se laissent détacher au couteau sous forme de fragments doués d'une certaine élasticité et composés également de filaments courts, enchevêtrés et fortement serrés.

» Frottés avec le doigt sur une feuille de papier blanc, l'un et l'autre produit se réduisent en une poudre floconneuse, en laissant sur le papier une trace gris noirâtre, rappelant celle que donne la plombagine, quoique moins brillante.

» Dans deux expériences, où nous avions placé au milieu de la nacelle en charbon de cornue saupoudrée de cryolithe un fragment d'aluminium, le charbon déposé dans le voisinage de l'aluminium offrait la même texture filamenteuse; mais la masse, au lieu d'être élastique et de reprendre ses dimensions, après compression entre les doigts, se laissait pétrir et comprimer, en se transformant en une masse compacte offrant l'apparence du graphite naturel; frottée sur du papier, elle prenait immédiatement une surface polie et graphiteuse.

» En raison de ces observations, il devenait intéressant de soumettre nos dépôts de charbon de cyanogène aux épreuves décrites par M. Berthelot dans son beau Mémoire sur le carbone, épreuves au moyen desquelles il a proposé de classer les divers types de ce corps simple.

» Le carbone filamenteux obtenu au rouge cerise avec le cyanogène décomposé sous l'influence de traces de cryolithe a été facilement réduit en poudre impalpable et mélangé intimement avec cinq ou six fois son poids de chlorate de potasse sec et finement broyé. Le mélange a été introduit par petites portions à la fois dans un volume d'acide azotique fumant, suffisant pour donner, après mélange, une bouillie très fluide. Le tout a été abandonné à lui-même à une douce température (20° à 25°), dans un vase couvert, pendant vingt-quatre heures. On remuait de temps en temps la masse. Celle-ci a été ensuite versée dans quatre ou cinq fois son volume d'eau et filtrée. Le résidu insoluble a été lavé et séché dans le vide à la température ordinaire. On obtient ainsi une poudre non agglomérée, d'une couleur brun marron foncé, qui se décompose brusquement

avec ignition et dégagement d'acide carbonique et de vapeur d'eau, lorsqu'on la chauffe dans un tube; il reste un produit noir constitué par une poudre très légère et divisée.

» La poudre brun marron foncé, provenant du premier traitement à froid du carbone de cyanogène par le mélange oxydant, a été reprise une seconde fois et dans les mêmes conditions par l'acide azotique et le chlorate de potasse. Elle ne s'est plus modifiée sensiblement. Son pouvoir de déflagration a tout au plus légèrement augmenté. Mais si, après l'avoir mélangée avec 5 parties de chlorate de potasse et si après avoir délayé le mélange dans l'acide azotique fumant, on chauffe, comme le prescrit M. Berthelot, pendant vingt-quatre heures à quarante-huit heures au bain-marie, entre 50° et 60°, la poudre prend une teinte beaucoup plus claire. Après dilution, lavage et dessiccation, on obtient une poudre jaune brun assez claire, qui déflagre énergiquement lorsqu'on la chauffe.

» Il est à noter qu'après élimination presque complète de l'eau chargée d'acide nitrique et de nitrate, qui résulte de la dilution du mélange oxydant chauffé avec le charbon, l'eau de lavage passe colorée en jaune brun par suite de la solubilité d'une partie du produit formé. En répétant les traitements oxydants à chaud et en lavant à chaque fois, on arrive à transformer la totalité du carbone en composés jaunes solubles.

» En arrêtant l'oxydation avant ce résultat final, on obtient un composé jaune brun clair insoluble, fortement déflagrant et qui, déduction faite de petites quantités de cendres, a donné à l'analyse :

	Pour 100.
Carbone	56,2
Hydrogène	2,5
Oxygène	41,3

nombres qui peuvent se traduire par la formule

$$C^{11}H^{6}O^{6},$$

tandis que l'acide graphitique de Brodie a pour formule

$$C^{11}H^{4}O^{5}.$$

Cette dernière formule traduit aussi les analyses de la poudre brun marron foncé obtenue à froid avec le carbone du cyanogène.

» Le traitement à chaud paraît donc se borner à une hydratation plus avancée.

» Le produit filamenteux susceptible de s'agglomérer par pression et frottement en une masse graphitoïde, produit obtenu, comme nous l'avons dit plus haut, dans certaines expériences, fournit à l'oxydation par le mélange azotochlorique des dérivés analogues et très voisins. A froid, la substance formée est brun marron; à chaud, elle devient jaune brunâtre clair. La seule différence observée, c'est que le composé brun marron s'agglomère un peu par la dessiccation et que la poudre jaune formée à chaud contient très peu de substances solubles dans l'eau pure. La composition élémentaire est la même.

» Les caractères des produits d'oxydation fournis par le carbone filiforme du cyanogène ne permettent pas d'identifier ce dernier avec l'une des trois variétés de graphite signalées par M. Berthelot. La variété qui semble s'en rapprocher le plus, le graphite électrique, donne à chaud un produit brun marron foncé, insoluble, qui par déflagration se change en une poudre grenue et lourde, tandis que nos produits d'oxydation à chaud sont jaune brunâtre, partiellement solubles et se convertissent par déflagration en une poudre très divisée et légère (1).

» Il résulte de là que le carbone filiforme formé par la décomposition pyrogénée du cyanogène, en présence de vapeurs de cryolithe, constitue une variété particulière de carbone, voisine du graphite électrique, mais non identique avec lui.

» On peut également le rapprocher du charbon de cornues. En effet, ce dernier qui, comme l'a montré M. Berthelot, se convertit entièrement, par des traitements répétés à chaud avec le mélange azotochlorique, en produits solubles, donne, d'après nos expériences, lorsqu'on pousse l'action moins loin, des composés susceptibles de déflagrer énergiquement. Par deux ou trois traitements à froid, on obtient une poudre noirâtre; celle-ci, reprise avec le même mélange, entre 45° et 50° pendant quinze à vingt heures, donne un produit jaune brunâtre clair, partiellement soluble dans l'eau pure, et qui paraît identique avec le corps similaire du carbone cyanique.

» La propriété de fournir des dérivés oxyhydratés susceptibles de se détruire brusquement par la chaleur n'appartient donc pas exclusivement

(1) Rappelons que M. Berthelot a obtenu une certaine quantité d'acide graphitique en soumettant à l'oxydation le carbone formé par l'explosion du cyanogène, provoquée par celle d'un grain de fulminate de mercure.

aux graphites et se retrouve dans certaines variétés de charbon amorphe telles que le charbon de cornues.

» Il conviendrait donc de renoncer aux noms trop exclusifs d'*acides* ou d'*oxydes graphitiques* et de donner à ces corps le nom général d'*oxyhydrates de carbone*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le rapport de la circonférence au diamètre.* Note de M. **Sylvester**.

« En étudiant la preuve de Lambert, du théorème que π ne peut pas être la racine carrée d'un nombre entier, je crois avoir trouvé le moyen d'en faire l'extension au théorème de Linderman, c'est-à-dire que π ne peut pas être la racine d'une équation rationnelle. Par exemple, supposons que π soit une racine de l'équation

$$Ax^2 + Bx + C = 0,$$

ou en mettant $Ax = \rho$, que $A\pi$ soit une racine de

$$\rho^2 + B\rho + AC = 0;$$

prenons un nombre entier K, tel que $K(B - A\pi)$ soit de la forme $2m\pi + (1 - \theta)\frac{\pi}{2}$, θ étant < 1; en mettant $K\rho = R$, nous aurons l'équation

$$R^2 + DR + E = 0, \tag{1}$$

dont $KA\pi$ sera une racine et l'autre une quantité dont la tangente sera positive, η.

» Considérons la fraction continue

$$S = 3 - \frac{R^2}{5 -}\,\frac{R^2}{7 -}\cdots,$$

en mettant $R = KA\pi$, on aura

$$S = 0;$$

en mettant $R = \eta$, on aura

$$S' = \eta.$$

» Or, prenons un nombre ν tel que $2\nu > R^2$ et considérons les deux fractions continues

$$S_\nu = \frac{R^2}{(2\nu+1)-}\,\frac{R^2}{(2\nu+3)-}\,\frac{R^2}{2\nu+5}\cdots,$$
$$S'_\nu = \frac{R_1^2}{2\nu+1-}\,\frac{R'^2}{2\nu+3-}\,\frac{R'^2}{2\nu+5}\cdots,$$

R, R_1 étant les deux racines de l'équation quadratique (1)

$$S_\nu = \frac{B}{A}, \qquad S_{\nu+1} = \frac{C}{B}, \qquad S_{\nu+2} = \frac{D}{C}, \qquad \ldots,$$

A, B, C, D, ... étant des fonctions linéaires avec des coefficients entiers de R, et l'on aura

$$S'_\nu = \frac{B' - B'_1\eta}{A' - A'_1\eta}, \qquad S'_{\nu+1} = \frac{C' - C'_1\eta}{B' - A'_1\eta}, \qquad \ldots,$$

A′, B′, C′ étant les mêmes fonctions de R′ que le sont A, B, C de R.

» Or, on peut démontrer que A′, B′, C′, ... seront des nombres positifs, et $\frac{A'}{A'_1}, \frac{B'}{B'_1}, \frac{C'}{C'_1}$ chacune $> \eta$.

» De plus, toutes les fractions $\frac{B'-B'_1\eta}{A'-A'_1\eta}$ seront des quantités positives et moindres que l'unité.

» Mais $\frac{B'}{A'} - \frac{B'-B'_1\eta}{A'-A'_1\eta} = \frac{R'^2\eta}{A'^2\left(1-\frac{A'_1}{A'}\eta\right)}$, dont le dénominateur sera nécessairement positif.

» Donc la quantité positive $\frac{B'}{A'}$ égale une fraction positive diminuée d'une autre fraction positive.

» Donc $\frac{B'}{A'}$ et les quantités semblables, $\frac{C'}{B'}, \frac{D'}{C'}, \ldots$, seront toutes des fractions positives et moindres que l'unité.

» Donc $\frac{BB'}{AA'}, \frac{CC'}{BB'}, \frac{DD'}{CC'}, \ldots$ seront des fractions possédant ce même caractère.

» Mais tous ces *produits* AA′, BB′, CC′ seront des *nombres entiers*, ce qui est impossible.

» Je crois pouvoir faire une démonstration tout à fait semblable pour établir que π ne peut pas être la racine d'une équation d'un degré quelconque dont toutes les racines sont réelles. Pour le cas d'équations avec des racines imaginaires, il y aura quelque chose de plus à faire pour

achever la démonstration; mais j'ai lieu de croire qu'avec l'aide de la théorie des modules de quantités imaginaires il n'y aura pas de grosses difficultés à vaincre. Enfin j'ajoute que deux quantités réelles ou imaginaires, dont l'une est la tangente ou le logarithme népérien de l'autre, ne peuvent être toutes les deux fonctions algébriques des racines de la même équation irréductible, à coefficients entiers. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **P. de Lafitte** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur deux équations employées par les Sociétés de secours mutuels qui font des inventaires ».

(Renvoi à M. Haton de la Goupillière.)

M. le Dr **Nièpce** adresse une Lettre relative à ses recherches concernant la contagion, la transmissibilité et le traitement de la tuberculose.

(Renvoi à la Section de Médecine).

M. **A. Duveau** adresse une Note relative à un procédé pour retirer le grisou des houillères.

(Renvoi à la Commission du grisou.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Georges Ville*, intitulé : « La production végétale et les engrais chimiques (3e édition). »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Zona (1890, novembre 15) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1890.	Étoiles de comparaison.	Gr.	✶ — ⋆. ΔÆ.	✶ — ⋆. ΔⒹ.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Nov. 21	a 949 BD + 34°	9,0	+0.20,00	−2.10,8	6:6
21	a Id.	9,0	+0.12,24	−1.58,7	6:6
21	a Id.	9,0	+0.10,32	−1.55,9	6:6

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1890.	⋆.	Ascension droite moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 21..	a	4.59.52,22	+3,69	+34.41.22,6	+5,7	Rapportée à b
21..	b	4.59.31,42	»	+34.23. 7,1	»	Cat. Paris (n° 5865)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1890.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 21.........	15.15. 9	5.0.15,91	$\bar{1}$,432	+34.39.17,5	0,436
21.........	15.46.24	5.0. 8,15	$\bar{1}$,503	+34.39.29,6	0,478
21.........	15.54. 2	5.0. 6,23	$\bar{1}$,521	+34.39.32,4	0,490

» *Remarques.* — Avec l'équatorial on a rapporté l'étoile *a* à l'étoile *b* et, par 3.6 comparaisons, on a obtenu

$$\star a - \star b, \qquad \Delta Æ = +0^{m}20^{s},80, \qquad \Delta Ⓓ = +18'15'',5.$$

» A cause du petit nombre de comparaisons et de la grande différence de déclinaison, la position de l'étoile *a* ne doit être considérée que comme provisoire, surtout en ascension droite. Cette comète, aperçue un instant dans une très courte éclaircie, le 17 novembre, a paru assez brillante. Mais le 21 novembre, par un ciel parfaitement pur, elle était très faible (grandeur 12,5-13) et se présentait sous l'aspect d'une petite tache blanche, ronde, de 1′ environ de diamètre, avec condensation centrale assez diffuse et d'aspect un peu granulé. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle comète Zona (Palerme, 15 novembre 1890) faite à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est)*; par Mlle D. Klumpke, présentée par M. Mouchez.

Date 1890.	Étoile de comparaison.	Grandeur.	✶ — ⋆. Æ.	✶ — ⋆. Déclinaison.	Nombre de compar.
Nov. 21.......	949 BD + 34°	9,0	$+10^s,06$	$-1'58'',2$	6:6

Position de l'étoile de comparaison.

⋆.	Asc. droite moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
949 BD + 34°	$4^h59^m51^s,68$	$+3^s,69$	$+34°41'25'',3$	$+5'',6$	Zones de Leyde 2 Obs. M.

Position apparente de la comète.

Date 1890.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Nov. 21.......	$15^h54^m46^s$	$5^h0^m5^s,43$	$\bar{1},665$	$+34°39'32'',7$	0,666

» *Remarque*. — Observation faite par angles de position et distances, comète assez brillante avec noyau de condensation. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation d'un théorème d'Abel.* Note de M. Albert La Maestra, présentée par M. Hermite.

« On sait, d'après Abel, qu'une série $u_1 + u_2 + \ldots$ ne perd pas sa convergence si l'on en multiplie les termes par des nombres $a_1, a_2, \ldots$ qui varient toujours dans le même sens en restant finis. Nous nous proposons de montrer que ce théorème subsiste lorsqu'on impose aux nombres a de plus larges conditions, à savoir que chacun d'eux soit constamment supérieur ou constamment inférieur à la moyenne arithmétique de tous ceux qui le précèdent, pourvu que, n croissant à l'infini, la limite de nu_n existe. Il est d'abord évident que les nombres

$$b_1 = a_1, \qquad b_2 = \tfrac{1}{2}(a_1 + a_2), \qquad b_3 = \tfrac{1}{3}(a_1 + a_2 + a_3), \qquad \ldots$$

se trouvent dans les conditions voulues par le théorème d'Abel, de sorte

qu'on peut affirmer la convergence de $b_1 v_1 + a_2 v_2 + \ldots$ dès qu'on a pu constater la convergence de $v_1 + v_2 + \ldots$. D'ailleurs, si l'on pose

$$v_n = n(u_n - u_{n+1}),$$

la somme des n premiers termes de la série $v_1 + v_2 + \ldots$ est

$$V_n = U_n - nu_{n+1},$$

U_n étant la somme analogue pour la série $u_1 + u_2 + \ldots$. Il en résulte que, n croissant à l'infini, V_n tend vers $\lim U_n$. Ainsi, la série $b_1 v_1 + b_2 v_2 + \ldots$ est convergente. Soit B_n la somme de ses n premiers termes, et représentons par A_n la somme analogue dans la série $a_1 u_1 + a_2 u_2 + \ldots$. On a

$$B_n = \sum_{i=1}^{i=n} (a_1 + a_2 + \ldots + a_i)(u_i - u_{i+1}) = A_n - nb_n u_{n+1}.$$

Donc, pour n infini, A_n tend vers $\lim B_n$.

» On sait aussi que la convergence de $b_1 v_1 + b_2 v_2 + \ldots$ peut être affirmée lors même que la série $v_1 + v_2 + \ldots$ est indéterminée; mais il faut, dans ce cas, que b_n tende vers zéro, et que, d'autre part, les oscillations de V_n restent finies, ce qui a toujours lieu si U_n et nu_n ne subissent que des oscillations finies. La dernière égalité montre alors que la limite de A_n existe, et qu'elle est égale à celle de B_n. Donc, si nu_n oscille dans un intervalle fini, la série $u_1 + u_2 + \ldots$ ne perd pas sa convergence lorsqu'on en multiplie les termes par des nombres qui tendent vers zéro, de telle manière que chacun d'eux soit inférieur à la moyenne arithmétique de tous ceux qui le précèdent. On peut ajouter que la série obtenue est convergente quand même la série donnée serait indéterminée, pourvu que toutes les sommes de termes consécutifs, dans cette dernière série, soient finies.

» Plus généralement, pour qu'on puisse énoncer le théorème d'Abel sans imposer aux nombres a les conditions de croître ou de décroître constamment, et de rester finis, il suffit d'imposer ces conditions aux nombres

$$b_n = \frac{a_1 \mu_1 + a_2 \mu_2 + \ldots + a_n \mu_n}{\mu_1 + \mu_2 + \ldots + \mu_n},$$

les coefficients μ étant choisis de telle sorte que la limite de

$$\rho_n = (\mu_1 + \mu_2 + \ldots + \mu_n)\frac{u_{n+1}}{\mu_{n+1}}$$

existe, pour n infini, lorsque b_n ne tend pas vers zéro, ou seulement que ρ_n oscille dans un intervalle fini, lorsque $\lim b_n = 0$. Rappelons, en passant, que si $\mu_1 + \mu_2 + \ldots$ est une série divergente à termes positifs, la limite de ρ_n ne peut différer de zéro. Cela étant, si l'on pose

$$v_n = (\mu_1 + \mu_2 + \ldots + \mu_n)\left(\frac{u_n}{\mu_n} - \frac{u_{n+1}}{\mu_{n+1}}\right),$$

c'est-à-dire

$$u_n - v_n = \rho_n - \rho_{n-1},$$

on trouve sans peine les identités

$$U_n - V_n = \rho_n, \qquad A_n - B_n = b_n \rho_n,$$

d'où l'on déduit, en s'appuyant sur le théorème d'Abel, l'existence de $\lim B_n$, puis celle de $\lim A_n$.

» Remarquons, pour finir, que l'élimination de ρ_n entre les deux dernières égalités donne

$$\frac{A_n}{U_n} - b_n = \left(\frac{B_n}{V_n} - b_n\right)\frac{V_n}{U_n}.$$

D'ailleurs, si ρ_n n'oscille pas au delà de toute limite et que la série $u_1 + u_2 + \ldots$ soit divergente, il en sera de même de la série $v_1 + v_2 + \ldots$; mais le rapport de V_n à U_n aura l'unité pour limite. Si, en outre, on peut faire un tel choix des nombres μ qu'on finisse par avoir $v_n > 0$ pour toute valeur de n, on pourra écrire, en vertu d'une proposition connue,

$$\lim \frac{B_n}{V_n} = \lim b_n,$$

et l'on en déduira, au moyen de l'égalité précédente,

$$\lim \frac{a_1 u_1 + a_2 u_2 + \ldots + a_n u_n}{u_1 + u_2 + \ldots + u_n} = \lim \frac{a_1 \mu_1 + a_2 \mu_2 + \ldots + a_n \mu_n}{\mu_1 + \mu_2 + \ldots + \mu_n},$$

pourvu que le second membre existe. Ce résultat répond partiellement à une question posée par M. Cesaro dans une *Contribution à la théorie des limites*, insérée au *Bulletin des Sciences*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Variations de conductibilité sous diverses influences électriques.* Note de M. **Édouard Branly.**

« Dans un certain nombre d'expériences, j'ai pris comme conducteur une couche très mince de cuivre porphyrisé ([1]), étendue sur une lame rectangulaire de verre dépoli ou d'ébonite de 7^{cm} de longueur et 2^{cm} de largeur. Cette couche, polie avec un brunissoir, prend une résistance qui peut varier de quelques ohms à plusieurs millions, pour un même poids de métal. La communication avec un circuit est établie par deux étroites bandes de cuivre, parallèles aux petits côtés du rectangle de la lame et appliquées au moyen d'une vis à mouvement lent. Quand on soulève les deux bandes de cuivre, la lame se trouve entièrement isolée de toute communication.

» J'ai employé aussi comme conducteurs de fines limailles métalliques, de fer, aluminium, antimoine, cadmium, zinc, bismuth, etc., quelquefois mêlées à des liquides isolants. La limaille est versée dans un tube de verre ou d'ébonite, où elle est comprise entre deux tiges métalliques.

» Si l'on forme un circuit comprenant un élément Daniell, un galvanomètre à long fil et le conducteur métallique, plaque d'ébonite cuivrée ou tube à limaille, il ne passe le plus souvent qu'un courant insignifiant; mais il y a une diminution brusque de résistance accusée par une forte déviation, quand on vient à produire dans le voisinage du circuit une ou plusieurs décharges électriques. Je fais usage, à cet effet, soit d'une petite machine de Wimshurst, avec ou sans condensateur, soit d'une bobine de Ruhmkorff, soit de l'excitateur qui m'a servi dans l'étude des déperditions positive et négative par la lumière (*Comptes rendus,* séances des 8 et 28 avril 1890). L'action diminue quand la distance augmente, mais elle s'observe très aisément et sans précautions spéciales à quelques mètres de distance. En faisant usage du pont de Wheatstone, j'ai pu constater cette action à plus de 20^{m}, alors que l'appareil à étincelles fonctionnait dans une salle séparée du galvanomètre et du pont par trois grandes pièces et que le bruit des étincelles ne pouvait être perçu.

» Les variations de résistance sont considérables avec les conducteurs que j'ai cités; elles sont, par exemple, de plusieurs millions d'ohms à 2000 ou même à 100, de 150000 à 500 ohms, de 50 à 35, etc. La diminution n'est pas passagère, elle persiste parfois plus de vingt-quatre heures. Dans un premier examen du phénomène, je n'ai pas suivi les modifications de

---

([1]) J'ajoute quelquefois un peu d'étain qui facilite l'adhérence.

la substance sensible abandonnée à elle-même après l'action de l'étincelle.

» Voici un autre mode d'expérimentation qui confirme les résultats du précédent. Les électrodes d'un électromètre capillaire sont reliées aux deux pôles d'un élément Daniell à sulfate de cadmium. Le déplacement du mercure, qui a lieu quand on ouvre la clef à court circuit, ne se produit plus que très lentement quand on intercale entre l'un des pôles de l'élément et l'électrode correspondante de l'électromètre une plaque d'ébonite cuivrée très résistante. Mais, quand on fait jaillir les étincelles de l'excitateur, le mercure est vivement lancé dans le tube capillaire, par suite de la diminution brusque de résistance de la plaque [1].

» L'examen des conditions à remplir pour produire le phénomène et la recherche de sa cause m'ont conduit aux résultats suivants :

» 1° Pour que l'action ait lieu, il n'est pas nécessaire que le circuit soit fermé. Après avoir essayé des lames et les avoir reconnues très résistantes, j'ai soulevé les bandes de cuivre du serrage et j'ai ainsi isolé complètement les lames pendant l'étincelle; en les replaçant ensuite dans le circuit fermé du Daniell et du galvanomètre, on voyait que l'effet avait eu lieu. Toutefois, la diminution de résistance se produit mieux si la lame, bien qu'en circuit ouvert, est reliée par ses extrémités à des fils conducteurs.

» 2° Le passage d'un courant induit dans la substance sensible produit le même effet qu'une étincelle à distance.

» Dans le fil inducteur de l'appareil à chariot de Dubois-Reymond, on fait passer un courant. Le circuit induit comprend la bobine induite, un tube à limaille, un élément Daniell et un galvanomètre. On ferme, puis on ouvre le circuit inducteur. Il suffit, en général, d'une seule fermeture ou d'une seule ouverture pour permettre au courant de l'élément Daniell de traverser très facilement la limaille. Avec un courant inducteur de $\frac{1}{10}$ d'ampère, une seule ouverture suffisait encore, tandis que la fermeture ne produisait pas toujours la diminution cherchée. Pendant la fermeture et l'ouverture du circuit inducteur, le circuit induit peut rester interrompu, la plaque n'en est pas moins modifiée.

» 3° On prend une bobine d'induction à deux fils égaux. Dans l'un passe un courant inducteur. L'autre fil forme un circuit fermé avec un

---

(1) Quelques substances présentent une augmentation de résistance par l'étincelle; tels sont le verre platiné du commerce, le verre argenté par le procédé Martin, l'ébonite couverte d'enduits spéciaux. Ces substances étaient incomparablement moins sensibles que l'ébonite cuivrée et les limailles. Les particularités qu'elles ont offertes ne peuvent trouver place dans ce court résumé.

tube à limaille et un galvanomètre. On s'est assuré avant d'intercaler la limaille que les deux courants d'ouverture et de fermeture donnaient des déviations égales et opposées de l'aiguille du galvanomètre. La limaille étant introduite dans le circuit induit, on ferme et on ouvre le circuit inducteur à intervalles réguliers. Quelques nombres montreront de quelle façon le passage des deux courants induits fait varier graduellement la résistance de la limaille :

Limaille de zinc.	1re fermeture...	1	1re ouverture...	— 18
	2e » ...	64	2e » ...	—100
	3e » ...	146	3e » ...	—140
Limaille d'aluminium.	1re » ...	1	1re » ...	— 5
	2e » ...	40	2e » ...	— 47
	3e » ...	59	3e » ...	— 81

» Ces déviations ont été obtenues avec une bobine sans noyau. Avec un noyau de fer doux et le même courant inducteur, les nombres successifs étaient sensiblement égaux, sauf celui de la première fermeture qui était plus petit.

» 4° En opérant avec des courants continus, le passage d'un courant fort rend la substance sensible plus apte à transmettre un courant faible.

» On forme un circuit comprenant une pile, la substance sensible et un galvanomètre. La force électromotrice de la pile est d'abord 1 volt, puis 100 volts et enfin 1 volt. Voici des déviations dues au courant de 1 volt avant et après le passage du courant de 100 volts :

	Avant le passage.	Après le passage.
Première plaque d'ébonite cuivrée.....	16	100
Deuxième plaque d'ébonite cuivrée....	0	15
Limaille de fer......................	1	500

» Notons, en terminant, que dans tous ces essais l'emploi des plaques d'ébonite recouvertes de cuivre ou de mélanges de cuivre et d'étain était moins commode que l'emploi des limailles; en effet, avec les plaques cuivrées, je n'ai pas réussi à rétablir à volonté la résistance primitive après l'action de l'étincelle ou après l'action d'un courant, tandis que, avec les tubes à limailles, on supprime à peu près complètement la variation de résistance par divers procédés, notamment en frappant quelques petits coups secs sur la tablette qui supporte le tube [1]. »

---

[1] Je dois remercier M. Gendron du zèle avec lequel il m'a assisté dans ces recherches.

OPTIQUE. — *Visibilité périodique des franges d'interférence.* Note de M. **Charles Fabry.**

« Dans une précédente Communication, j'ai établi la théorie de la visibilité des franges d'interférence lorsque la source éclairante est limitée, et j'ai montré l'existence générale de phénomènes périodiques dans la netteté des franges.

» Je vais appliquer cette théorie à deux cas simples. Les notations seront les mêmes que dans mon précédent travail.

» Cas d'une ouverture rectangulaire. — Supposons que la partie découverte de la source éclairante se réduise à un rectangle, deux des côtés étant parallèles à Oy [1] et à égale distance de cet axe. Soit a la largeur du rectangle, parallèle à Ox. On trouve, pour expression de l'intensité lumineuse,

$$I = 1 + \frac{\sin \pi \frac{\alpha a}{\lambda}}{\pi \frac{\alpha a}{\lambda}} \cos 2\pi \frac{\Delta_0}{\lambda}.$$

Le coefficient de visibilité est

$$V = \frac{\sin \pi \frac{\alpha a}{\lambda}}{\pi \frac{\alpha a}{\lambda}};$$

il dépend de a, α et Δ.

» 1° *Influence de la variation de a.* — Examinons ce qui se passe lorsque l'on élargit progressivement la fente.

» Si a est très petit, $V = 1$; les franges sont parfaitement nettes, et les maxima ont lieu pour $\Delta_0 = k\lambda$. Si a augmente, V diminue ; les franges se troublent, sans changer de place. Pour $a = \frac{\lambda}{\alpha}$, V est nul et les franges disparaissent. Si a continue à augmenter, les franges reparaissent, mais *inversées,* les minima ayant lieu pour $\Delta_0 = k\lambda$. La netteté passera par un maximum pour $a = 1,43 \frac{\lambda}{\alpha}$, et V aura la valeur $-0,22$. Les franges seront donc moins nettes qu'avec une fente étroite.

» Si l'on continue à élargir la fente, les franges disparaîtront de nouveau

---

[1] Rappelons que Oy est la direction qu'il faudrait donner à une fente étroite pour rendre les franges parfaitement nettes.

pour $a = 2\frac{\lambda}{\alpha}$, pour reparaître ensuite dans leur position naturelle, et ainsi de suite.

» D'une façon générale, les franges seront invisibles lorque $a = k\frac{\lambda}{\alpha}$, k étant un entier autre que zéro. Entre deux disparitions successives, les franges seront visibles, et les maxima de netteté auront lieu à très peu près lorsque $a = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{\alpha}$ $\left(\text{exactement lorsque } \pi\frac{a\alpha}{\lambda} = \operatorname{tang}\pi\frac{a\alpha}{\lambda}\right)$; mais les apparitions successives seront de moins en moins nettes, les valeurs maxima de V étant successivement

$$1, \quad 0,21, \quad 0,13, \quad 0,09, \quad 0,07, \quad \ldots.$$

» Enfin, entre une apparition et la suivante, il y a inversion des franges.

» Tous les appareils producteurs de franges d'interférence permettent de vérifier les résultats prévus par la théorie. Il suffit de régler l'appareil avec une fente étroite et d'élargir progressivement la fente, pour voir se produire les phénomènes prévus par la théorie. J'ai pu voir les apparitions et disparitions successives en employant les miroirs de Fresnel, le biprisme, les demi-lentilles de Billet, les fentes d'Young, les miroirs de Jamin, les franges d'Herschel (dans ces deux derniers cas, il faut observer les franges ailleurs qu'à l'infini) des lames minces prismatiques dans diverses positions. Des expériences de mesures, faites avec différents appareils, ont donné des résultats conformes à la théorie ([1]).

» 2° *Influence de la variation de* α. — Il se produira des phénomènes identiques à ceux qui viennent d'être décrits, si, laissant a constant, on fait varier α. Cette variation peut être obtenue en déplaçant l'appareil d'observation de manière que son axe optique reste fixe dans l'espace.

» 3° *Phénomènes dus à la variation de* λ. — Éclairons l'appareil avec de la lumière blanche, et supposons d'abord la fente linéaire. Si les rayons de différentes couleurs ont parcouru le même chemin géométrique, Δ_0 et α seront indépendants de λ. Recevons la lumière émergente sur la fente d'un spectroscope orienté dans la direction des franges. On aura un spectre

---

([1]) Dans un travail récent dont je n'avais pas eu connaissance, M. A.-A. Michelson a signalé l'existence de ces apparitions périodiques dans le cas particulier des franges d'Young [*On the Application of Interference Methods to astronomical Measurements* (*Phil. Mag.*, 5e série, t. XXX, p. 1)].

sillonné de franges d'autant plus serrées que Δ_0 sera plus grand. Supposons qu'il y en ait au moins 20 à 30 dans le spectre visible.

» Si l'on élargit progressivement la fente, la netteté de ces franges diminue, mais elle diminue moins vite dans le rouge que dans le violet. Pour $a = \frac{\lambda_1}{\alpha}$, λ_1 étant la longueur d'onde du violet, les franges auront disparu dans le violet tandis qu'elles seront encore visibles dans le rouge. Si l'on continue à élargir la fente, les franges reparaîtront dans le violet, et il y aura dans le spectre une bande sans frange, qui s'avance du violet vers le rouge lorsque l'on élargit la fente. Elle *inverse* les franges partout où elle a passé. Cette bande se perd dans l'extrême rouge pour $a = \frac{\lambda_2}{\alpha}$, λ_2 étant la longueur d'onde des derniers rayons visibles.

» Une deuxième bande sans franges apparaîtra dans le violet pour $a = 2\frac{\lambda_1}{\alpha}$, et suivra le même chemin que la première, ensuite une troisième, et ainsi de suite. Les bandes sans franges se suivant à intervalles de plus en plus rapprochés, on en verra bientôt plusieurs qui cheminent ensemble du violet vers le rouge lorsque l'on élargit la fente. A chaque réapparition, la netteté des franges devient moindre, et le phénomène finit par disparaître dans un éclairement uniforme.

» Cas d'une fente linéaire mal réglée. — Soit une fente linéaire de longueur l, dont le milieu est O, et qui fait avec Oy un angle φ. On trouve pour expression de l'intensité lumineuse

$$I = 1 + \frac{\sin \pi \dfrac{\alpha l \sin\varphi}{\lambda}}{\pi \dfrac{\alpha l \sin\varphi}{\lambda}} \cos 2\pi \frac{\Delta_0}{\lambda}.$$

» Cette expression est de même forme que celle que nous avons discutée; a est seulement remplacé par $l \sin\varphi$, c'est-à-dire par la projection de la fente sur Ox. Si l'on augmente progressivement l'angle φ, il se produira des phénomènes identiques à ceux que l'on observe en élargissant une fente bien réglée [1] ».

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Marseille.

CHIMIE. — *Sur la production artificielle d'un bleu de chrome.* Note de M. JULES GARNIER.

« MM. Fremy et A. Verneuil, dans leurs recherches sur le rubis artificiel, attribuent la teinte bleue qu'ils observent *probablement au chrome*. J'ai adressé, le 10 mai 1887, à l'Académie, un pli cacheté contenant la formule d'un bleu très comparable au bleu de cobalt, « mais qui ne contient pas de » cobalt et peut se produire à très bas prix ». Je l'ai soumis à divers spécialistes, qui l'ont apprécié.

» Tous les composés à base d'oxyde de chrome fondus sous action oxydante ou neutre étant verts, je pense que la couleur bleue observée dans ce cas est due à l'action réductrice qui accompagne l'expérience.

» Je dois ajouter que, suivant les conditions de l'expérience, on obtient des gemmes dont la coloration est *bleue* ou *violette,* de sorte qu'il semblerait que le chrome peut donner dans la voie sèche toute une gamme de couleurs, suivant qu'on agit à une température plus ou moins élevée et sous une action plus ou moins réductrice.

» J'ai dû interrompre mes recherches sur l'utilisation pratique de ces nouvelles colorations, me promettant toutefois de les reprendre. »

Le pli déposé par M. Jules Garnier est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient la Note suivante :

« Paris, 10 mai 1887 [1].

Procédé pour obtenir un bleu à base de chrome.

» Si l'on fond ensemble, dans un creuset brasqué,

	gr
Chromate de potasse	48,62
Spath fluor	65
Silice	157

on obtient un verre d'un beau bleu, entouré d'une pellicule de chrome métallique, que l'on peut recueillir. »

(1) L'enveloppe de ce pli porte qu'il a été accepté par l'Académie le 13 juin 1887.

CHIMIE. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination de combinaisons formées par les solutions aqueuses d'acide malique avec le molybdate double de potasse et de soude et le molybdate acide de soude.* Note de M. **D. Gernez.**

« Dans des Communications antérieures [1], j'ai mis en évidence l'existence de combinaisons dont on peut suivre, à l'aide de la mesure de leur pouvoir rotatoire, la production au sein même des solutions aqueuses dans lesquelles on ajoute, à un poids constant d'acide malique, des quantités graduellement croissantes de molybdates neutres de soude, de lithine et de magnésie, et de molybdate ordinaire d'ammoniaque. Les combinaisons de ce dernier corps avec l'acide malique se produisent entre des nombres d'équivalents différents de ceux qui caractérisent les combinaisons du même acide avec les molybdates neutres; je me suis proposé de rechercher comment se comportent : 1° les molybdates doubles, tels que le molybdate de potasse et de soude $KO, 2NaO, 3MoO^3, 14HO$; 2° les molybdates acides, tels que le molybdate acide $3NaO, 7MoO^3, 22HO$. Les expériences dont je vais donner les résultats ont été réalisées au moyen d'un poids constant, $1^{gr},1166$ d'acide malique, auquel j'ajoutais des quantités de sel croissant par fractions égales d'équivalent, avec le volume d'eau distillée nécessaire pour amener la solution à occuper le volume constant de 12^{cc} à $15°$.

» La longueur du tube qui a servi dans toutes les expériences est $105^{mm},7$; les rotations étaient mesurées par rapport à la lumière jaune du sodium et aux températures de 15° dans le cas du molybdate double de potasse et de soude, et de 17° dans le cas du molybdate acide de soude. Le Tableau suivant comprend les résultats des expériences :

Molybdate de potasse et soude.			Molybdate acide de soude.		
Fractions d'équivalent de sel en $\frac{1}{24}$ d'équival.	Rotations observées.	Variations par $\frac{1}{24}$ d'équivalent.	Fractions d'équivalent de sel en $\frac{1}{48}$ d'équivalent.	Rotations observées.	Variations par $\frac{1}{48}$ d'équival.
0.........	$-0°.11'$	»	0.........	$-0°.12'$	»
1.........	-1.32	1.21	$\frac{1}{4}$.........	-0.34	1.28

(1) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 151 et 769, et t. CX, p. 529.

Molybdate de potasse et soude.

Fractions d'équivalent de sel en $\frac{1}{24}$ d'équival.	Rotations observées.	Variations par $\frac{1}{24}$ d'équivalent.
2	— 2°.50′	1°.18′
3	— 4. 7	1.17
4	— 5.26	1.19
5	— 6.44	1.18
6	— 8. 2	1.18
7	— 9. 2	1. 0
8 = $\frac{1}{3}$ éq.	— 9.22	+0.20
9	— 7.16	—2. 6
10	— 5. 8	2. 8
11	— 0.41	4.27
12	+ 2.28	3. 9
13	+ 5.29	3. 1
14	+ 8. 3	2.34
15	+11.34	3.31
16 = $\frac{2}{3}$ éq.	+13.41	—2. 7
17	+12.20	+1.21
18	+ 9.10	3.10
19	+ 6.33	2.37
20	+ 4. 1	2.32
21	+ 1.51	2.10
22	+ 0.15	1.36
23	— 1. 0	1.15
24 = 1 éq.	— 1.29	0.29
25	— 1.40	0.11
26	— 1.50	0.10
27	— 2. 2	0.12
28 = $\frac{3,5}{3}$ éq.	— 2. 5	+0. 3
29	— 1.47	—0.18
30	— 1.32	0.15
33	— 0.28	0.21
36	+ 0.35	0.21
39	+ 2. 1	0.28
42	+ 3.38	0.28
48 = 2 éq.	+ 6.22	0.27
54	+ 8.50	0.25

Molybdate acide de soude.

Fractions d'équivalent de sel en $\frac{1}{48}$ d'équivalent.	Rotations observées.	Variations par $\frac{1}{48}$ d'équival.
$\frac{1}{2}$	— 0°.58′	1°.36′
1	— 1.44	1.32
2 = $\frac{1}{24}$ éq.	— 3. 3	1.19
3 = $\frac{1}{16}$ éq.	— 4.10	1. 7
4 = $\frac{1}{12}$ éq.	— 5. 0	0.50
4,8 = $\frac{1}{10}$ éq.	— 5.22	0.27
5,33 = $\frac{1}{9}$ éq.	— 5.27	+0. 9
6 = $\frac{1}{8}$ éq.	— 5.19	—0.12
6,86 = $\frac{1}{7}$ éq.	— 4.58	0.24
8 = $\frac{1}{6}$ éq.	— 3. 5	1.39
10	+ 0.14	1.40
12 = $\frac{1}{4}$ éq.	+ 6. 6	2.56
14	+11.35	2.45
16 = $\frac{1}{3}$ éq.	+19.23	3.54
18	+24. 9	2.23
20	+34.55	5.23
22	+41.22	3.14
24 = $\frac{1}{2}$ éq.	+50.42	4.32
26	+57.55	3.44
28	+62.58	2.32
30	+68.30	2.46
32	+70.28	0.59
36	+74.37	1. 4
40	+75.35	0.49
44	+78. 4	0.54
48 = 1 éq.	+78.14	—0. 5
52	+77. 0	+0.37
56	+76.10	0.35

» *Molybdate double de potasse et soude.* — Les résultats des expériences peuvent être interprétés comme il suit. 1° Dès les premières additions, il se fait une combinaison entre la totalité du sel et une partie de l'acide malique

dans les proportions d'un équivalent d'acide pour $\frac{1}{3}$ d'équivalent de sel. Les variations de la rotation sont en effet presque rigoureusement égales pour des additions égales, et, pour $\frac{1}{3}$ d'équivalent, la rotation atteint la valeur maxima $-9^{\circ}22$ ou 51 fois la grandeur de la rotation initiale. Le composé formé serait représenté par la formule $C^8H^6O^{10}+\frac{1}{3}(KO, 2NaO, 3MoO^3)$; il contiendrait donc pour 1 équivalent d'acide 1 équivalent d'alcali et 1 équivalent d'acide molybdique. 2° De plus grandes quantités de sel provoqueraient la décomposition graduelle de ce composé et sa transformation en un autre caractérisé par une rotation de sens contraire à la précédente et de valeur absolue plus grande, $+13^{\circ}41'$ ou 74 fois la rotation initiale; ce composé contiendrait pour 1 équivalent d'acide $\frac{2}{3}$ d'équivalent de sel double ou 2 équivalents d'alcali et 2 équivalents d'acide molybdique. 3° Ce composé serait transformé par de nouvelles additions de sel en un autre de rotation négative et égale à $-2^{\circ},7$, nouveau maximum correspondant à 1 équivalent d'acide et $\frac{3,5}{3}$ d'équivalents de sel ou 3,5 équivalents d'alcali et d'acide molybdique. 4° Enfin ce composé se changerait lui-même, pour des additions ultérieures, en un quatrième de rotation positive et qui contiendrait, pour 1 équivalent d'acide plus de $\frac{6,5}{3}$ d'équivalents du sel. Ces résultats sont tout à fait semblables à ceux qu'on obtient avec le molybdate neutre de soude, lequel donne lieu successivement aux trois composés formés de 1 équivalent d'acide malique, et 1, 2, 3,5 équivalents de molybdate neutre de soude.

» *Molybdate acide de soude.* — En s'en tenant aux résultats les plus saillants des expériences on peut dire que : 1° il se fait d'abord une combinaison entre 1 équivalent d'acide malique et $\frac{1}{9}$ d'équivalent de molybdate acide; or, ce sel ayant pour formule $3NaO, 7MoO^3$, on voit que cette combinaison contient pour 1 équivalent d'acide malique $\frac{1}{3}$ d'équivalent d'alcali, ou 3 équivalents d'acide pour 1 équivalent de sel. Cette combinaison correspond à une rotation négative maxima de $-5^{\circ},27$ ou 27 fois la rotation initiale. 2° Des additions ultérieures la détruiraient et, après des équilibres assez fugitifs, produiraient une combinaison entre équivalents égaux d'acide malique et de sel. Cette combinaison est représentée par la formule $C^8H^6O^{10}+3NaO, 7MoO^3$. Elle correspond à une rotation maxima de $74^{\circ}18'$ qui est 374 fois plus grande que la rotation primitive. Ces résultats sont tout à fait semblables à ceux que j'ai obtenus avec le molybdate ordinaire d'ammoniaque, dont la composition chimique est analogue à celle du molybdate acide de soude, mais les valeurs absolues des rotations sont, comme on le voit, encore un peu plus grandes que les nombres que l'on obtient avec le molybdate d'ammoniaque. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Application des pommes de terre à grand rendement et à grande richesse, à la distillerie agricole en France.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

« En entreprenant mes recherches sur l'amélioration de la culture de la pomme de terre, j'avais pour objectif principal de préparer, à la distillerie de pommes de terre dans notre pays, une situation égale à celle qu'elle occupe en Allemagne.

» Les résultats culturaux de 1888 et 1889, ceux plus remarquables encore de 1890, permettent de considérer comme résolue la question de l'abondance et de la richesse de nos récoltes en pommes de terre; l'application de ces récoltes à la production de l'alcool appartient dès lors à la technologie agricole.

» Pour éclairer nos cultivateurs sur les avantages économiques de cette application, si fructueuse en Allemagne, il était nécessaire de soumettre, dans une ferme française, la distillation de la pomme de terre au contrôle scientifique. C'est ce que j'ai pu faire au printemps dernier, grâce à la confiance d'un agriculteur distingué, M. Ch. Michon, de Crépy-en-Valois, qui, au retour d'un voyage en Allemagne, venait d'installer, à côté de sa distillerie de betteraves, le matériel de la distillerie agricole de la pomme de terre, et qui, cette année, a bien voulu m'accepter comme collaborateur.

» C'est à la fin de la campagne 1889-1890 que notre travail a commencé. Il a duré deux mois, du 29 mars au 1er juin; 78 000^{kg} de pommes de terre ont été, pendant ces deux mois, transformés en alcool, et quoique ces pommes de terre (variété Chardon) ne continssent que 16 pour 100 de fécule, on a obtenu un rendement de 11^{lit},17 à 11^{lit},20 d'alcool à 100° par 100^{kg}, soient qu'elles fussent travaillées seules, soient qu'elles fussent additionnées d'un sixième de maïs, dans le but d'améliorer les vinasses.

» A la suite de ces essais, la question de l'emploi par la distillerie agricole de nos pommes de terre françaises pouvait être considérée comme résolue; cependant j'ai cru devoir, avant de les faire connaître, attendre les résultats que devait fournir la distillation de tubercules riches comme ceux de la variété Richter's Imperator. J'ai pu, dans ces derniers jours, et grâce à la collaboration d'un de nos distillateurs les plus expérimentés, M. Maquet, de Fère-Champenoise, obtenir des résultats de cet ordre.

» 100 000^{kg} de pommes de terre Richter's Imperator vont être, cette

année, traités chez M. Maquet; les tubercules, d'après mon analyse, sont riches à 20,9 pour 100 de fécule; et, dans les opérations faites jusqu'ici, ils ont fourni $14^{lit},33$ d'alcool à 100° par 100^{kg} de pommes de terre. C'est un rendement équivalent à celui que donneraient 40^{kg} de maïs ou 250^{kg} de betteraves au moins.

» En évaluant à $30\,000^{kg}$ seulement le rendement cultural de la pomme de terre Richter's Imperator, c'est une production de 4300^{lit} d'alcool à l'hectare; semblable résultat n'avait jamais été atteint jusqu'ici.

» Les flegmes produits dans ces conditions sont d'une qualité remarquable. M. Lindet, qui a acquis dans ces questions une compétence particulière, a bien voulu les examiner à ma demande, et les a trouvés aussi purs que les meilleurs flegmes de betterave ou de grain. La rectification en est plus aisée, et l'alcool qu'ils fournissent se recommande par une neutralité parfaite.

» Quant aux vinasses, je les ai soigneusement étudiées en comparaison avec des vinasses de maïs que M. A. Collette fils, de Seclin, avait bien voulu mettre à ma disposition.

» J'ai trouvé à ces produits la composition suivante :

		Vinasse de		
		pommes de terre seules.	pommes de terre et maïs.	Maïs seul.
Eau		94,80	92,95	93,00
Matières solubles.	Glucose	0,22	0,26	0,05
	Dextrine ou analogues	0,72	1,48	0,47
	Matières azotées	0,46	0,53	0,43
	Mat. organiques autres	1,41	1,41	1,61
	Mat. minérales	0,42	0,96	0,31
	Total	3,23	3,64	2,87
Matières insolubles.	Matières grasses	0,04	0,34	0,53
	Cellulose	1,49	1,85	1,77
	Ligneux azoté	0,32	0,66	1,36
	Mat. minérales	0,05	0,20	0,05
	Total	1,90	3,05	3,71
	Total général	5,13	6,69	6,58

» D'après les mercuriales en ce moment adoptées en Allemagne, cette composition assigne aux trois vinasses qui précèdent une valeur respective de $0^{fr},86$, $1^{fr},222$, $1^{fr},570$ par hectolitre; la vinasse de pomme de

terre se présente donc avec une valeur égale à la moitié de la valeur de la vinasse de maïs.

» Pour ne parler que de la première, le rendement en étant de $1^{\text{hlit}},80$ par 100^{kg} de pommes de terre, son emploi à l'alimentation du bétail apporte, au prix de revient, une décharge de $0^{\text{fr}},86 \times 1,8 = 1^{\text{fr}},54$ par 100^{kg} de tubercules.

» La valeur alimentaire de cette vinasse a d'ailleurs été mise en évidence, cette année, par la pratique de M. Michon. Pendant deux mois, 80 bêtes de l'espèce bovine ont, à l'étable, vécu d'une ration dans laquelle 50^{lit} de cette vinasse venaient s'ajouter à la pulpe de betterave et au foin. Acceptée avec plaisir par les animaux, cette ration a fourni, au point de vue de leur entretien et même de leur engraissement, des résultats excellents.

» En résumé, l'opinion qui faisait considérer comme impossible le succès en France de la distillerie agricole de pommes de terre doit être regardée comme un préjugé. Nous possédons aujourd'hui en France une matière première égale à celle qui a donné à la distillerie agricole allemande une si grande situation; et, d'autre part, nous n'avons, ainsi que l'ont démontré MM. Michon et Maquet, rien à envier à nos voisins sous le rapport des procédés techniques. »

SPERMATOGÉNÈSE. — *De la spermatogénèse chez les Locustides.* Note de M. **Armand Sabatier** [1], présentée par M. de Quatrefages.

« Les spermatozoïdes des Locustides présentent une forme toute particulière, qui a frappé l'attention des observateurs, et dont on a essayé de saisir la genèse, mais jusqu'à présent avec des résultats insuffisants. J'espère avoir été plus heureux. Mes observations ont porté sur la *Locusta viridissima*, le *Decticus albifrons* et le *Decticus griseus*, qui sont très abondants sur le littoral de Cette et de Palavas.

» Ces spermatozoïdes se composent d'une portion fusiforme assez allongée, très sensible aux colorants nucléaires et que l'on regarde comme la tête. Son extrémité antérieure plus grosse supporte deux tiges très peu ou pas colorables, représentant les branches ou crochets d'une ancre. On les a désignés comme coiffe céphalique (Kortkappe). A l'extrémité posté-

---

[1] Travaux de la Faculté de Montpellier et de la station zoologique de Cette.

rieure effilée de la tête fait suite une longue queue filiforme qui ne se colore pas. Voici comment ces diverses parties dérivent des cellules testiculaires :

» Ces cellules présentent d'abord une série de divisions par voie indirecte. Puis cette multiplication s'arrête et les cellules de la dernière génération sont relativement petites et pourvues d'un gros noyau dont la nucléine est divisée en grains assez uniformément distribués dans son intérieur. Bientôt, près du noyau, mais non à son contact immédiat, apparaît dans le protoplasme une vésicule sphérique d'abord très petite, dont le contenu se colore légèrement et sur les parois de laquelle se trouvent des grains très fins qui se colorent vivement. A cause de son lieu d'origine, je la désigne comme *vésicule protoplasmique*. En même temps le protoplasme de la cellule se porte et s'accumule du côté de la vésicule. Il fait d'abord une légère saillie qui s'allonge peu à peu en cône et forme une sorte de queue épaisse et irrégulière. La cellule a pris la forme d'une massue. La vésicule grossit rapidement et les grains colorables qu'elle renferme deviennent plus nombreux et plus évidents.

» En même temps se produisent dans le noyau des phénomènes remarquables. Quelques grains de nucléine deviennent vésiculeux, et la cavité du noyau est bientôt remplie de vésicules brillantes à parois colorables, entre lesquelles se trouvent quelques grains de nucléine. A cause de leur origine, je désigne ces vésicules comme *vésicules nucléaires*. Entre les petites vésicules se produisent des fusions, d'où résultent un petit nombre de vésicules plus volumineuses. Ces vésicules grandissent et font saillie à la surface du noyau dont la paroi s'efface et qui devient vacuolaire et irrégulièrement bosselé. Elles font saillie dans la partie antérieure de la vésicule protoplasmique qu'elles dépriment et échancrent. Elles coiffent ainsi cette vésicule d'un groupe de vésicules colorables qui perdent peu à peu leur substance colorable et se réduisent par des fusions à trois : une médiane, petite et saillante, et deux latérales qui s'allongent et finissent par former les deux branches ou crochets de l'ancre qui constituent la coiffe céphalique. Cette dernière dérive donc du noyau, et fournit ainsi un exemple remarquable de la dégénérescence ou altération du noyau de la cellule spermatique à travers les phases de la spermatogénèse.

» Quant à la vésicule protoplasmique, voici ce qu'elle devient : elle s'allonge et tend à prendre la forme d'un losange dont l'extrémité antérieure est coiffée par les vésicules nucléaires, et dont l'extrémité postérieure devient de plus en plus aiguë pour correspondre au pôle caudal du spermatozoïde. En même temps, la quantité de substance chromophile qu'elle renfermait s'accroît et se dépose sous forme de crépi granuleux, d'abord sur les parois de l'extrémité céphalique, puis progressivement en arrière. Il en résulte un revêtement interne coloré de la vésicule dont la partie centrale peut rester incolore ou présenter des grains colorables très fins et disséminés. Le losange vésiculaire se rétrécit et s'effile, et sa cavité finit par disparaître. Il est dès lors fusiforme et se colore vivement par les colorants nucléaires. Les crochets de la coiffe qui ne l'ont pas suivi dans sa rétraction restent saillants et représentent assez bien les branches d'une ancre dont la tige est représentée par le fuseau coloré.

» Pendant que s'opéraient ces transformations du noyau et de la vésicule, la queue formée par le protoplasme s'allonge et s'effile. Un filament caudal très délié apparaît

dans son axe. Le tout, devenant presque filiforme, constitue la queue du spermatozoïde.

» Tels sont les traits fondamentaux de la spermatogénèse chez les Locustides. Ils peuvent se résumer ainsi :

» 1° Formation, dans le protoplasme, d'une vésicule située du côté du pôle caudal : c'est la vésicule protoplasmique.

» 2° Accroissement et allongement de cette vésicule, dont les parois se revêtent intérieurement de grains chromophiles. Cette vésicule, devenue fusiforme et vivement colorable, constitue ce que l'on considère comme la tête du spermatozoïde.

» 3° Les grains de nucléine du noyau deviennent vésiculeux et forment un groupe de vésicules dites *nucléaires*, qui en se fusionnant et en perdant leur affinité pour les colorants nucléaires, constituent la coiffe céphalique en forme d'ancre. Elles représentent ce qui reste du noyau qui s'est donc altéré et a perdu ses caractères nucléaires. La dégénérescence du noyau comme noyau est donc un des traits principaux de la spermatogénèse des Locustides.

» 4° Le protoplasme de la cellule s'allonge sous forme de queue, dans l'axe de laquelle apparaît un filament qui restera comme queue du spermatozoïde. »

ZOOLOGIE. — *Sur la* Cyclatella annelidicola (*Van Bened. et Hesse*). Note de M. **Henri Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« MM. Van Beneden et Hesse ont trouvé, en 1863, sur les téguments d'un Clyménien, un être pour lequel ils ont créé le genre *Cyclatella*, qu'ils ont placé dans la famille des Tristomidés, tout en faisant remarquer que ce singulier animal qui, sous plus d'un rapport, rappelle un Loxosome, pourrait bien, par la suite, ne pas conserver la place qu'ils lui assignaient.

» L'année suivante, Leuckart, sans avoir revu la *Cyclatella*, pensa qu'elle est mal placée parmi les Trématodes et émit l'opinion que ce genre est identique à un genre de Bryozoaires (*Loxosoma*) découvert par Kefersten sur une autre Annélide (*Capitella rubicunda*).

» Nitsche (1876) adopta cette opinion, tandis que O. Schmidt (1879) se basant, comme Leuckart, sur la description et les figures données par les créateurs du genre, arriva à une conclusion différente. Pour lui, la *Cyclatella* n'est pas un Bryozoaire et doit rester à côté des Trématodes, où l'a-

vaient d'abord placée MM. Van Beneden et Hesse, et cela malgré M. Van Beneden lui même qui, s'étant rangé à l'opinion de Leuckart, cite la *Cyclatella* parmi les Bryozoaires commensaux des Annélides, dans son Ouvrage sur les *Commensaux et parasites dans le règne animal* (1876).

» Il y avait donc un intérêt particulier à revoir l'être sur la nature duquel les opinions de savants spécialistes s'étaient divisées, afin de pouvoir reconnaître ses véritables affinités zoologiques par une étude attentive de son anatomie.

» Pendant mon séjour, cet été, au Laboratoire de Roscoff, j'ai pu faire cette étude, grâce à l'obligeance de M. le Dr Saint-Rémy qui, ayant retrouvé la *Cyclatella annelidicola* sur un Clyménien de Roscoff, a gracieusement mis à ma disposition les premiers échantillons de cet animal qui, à ma connaissance, aient été observés depuis 1863, date du Mémoire de MM. Van Beneden et Hesse.

» Il résulte de mes observations que, au point de vue de son organisation interne, le genre *Cyclatella* ne diffère en rien du genre *Loxosoma;* aucun caractère ne permet de le rapprocher des Trématodes.

» La *Cyclatella* se distingue de tous les Loxosomes décrits jusqu'à ce jour par des caractères ayant seulement la valeur de caractères spécifiques, parmi lesquels on doit placer en première ligne le grand développement de deux lobes, qui prolongent latéralement, dans le plan frontal, la partie du corps connue, chez les Loxosomes, sous le nom de *calice*, et donnent à ce dernier une forme très aplatie, bilobée, rappelant celle d'une feuille de Nénuphar. Les lobes du calice sont l'exagération de ceux du *L. raja* (O. Schmidt), qui se distingue d'ailleurs de la *Cyclatella* par la présence d'une glande pédieuse.

» La tige, toujours beaucoup plus courte que le calice, se termine par un disque formant ventouse, dépourvu de glande pédieuse; ses muscles, disposés, en partie, suivant deux hélices symétriques par rapport au plan sagittal, permettent à l'animal d'effectuer une rotation complète autour de sa base.

» Le tube digestif rappelle celui du *L. raja*, par la forme de l'estomac. Le nombre des tentacules est variable : les individus de taille moyenne en possèdent dix, les plus grands en ont quatorze.

» Le système nerveux périphérique comprend un certain nombre de terminaisons, consistant chacune en une cellule unique, munie de cils rigides à laquelle aboutit un faisceau de fibres nerveuses. Tous les individus observés m'ont montré au moins quatre de ces cellules sensorielles, disposées

en deux paires, dont l'une est située tout près des bords du calice, sur la face ventrale, à la hauteur du ganglion nerveux, tandis que l'autre, dorsale, est placée plus bas.

» Les Néphridies sont au nombre de deux et situées de part et d'autre de l'œsophage, comme chez les autres Loxosomes.

» Les sexes sont séparés. Les glandes génitales sont paires et occupent leur position habituelle. Chez les femelles on observe, entre les deux ovaires, un amas de grosses cellules glandulaires aboutissant dans la chambre incubatrice, au fond d'une petite dépression, qui m'a paru être l'orifice externe de l'oviducte. Ces cellules représentent ici celles que M. Foettinger a récemment signalées autour de l'oviducte des Pédicellines.

» Les individus mâles que j'ai pu observer ne possédaient que des testicules rudimentaires, de part et d'autre d'une vésicule séminale s'ouvrant au-dessous de l'épistome, dans l'espace cloacal.

» Les larves subissent leur développement dans la chambre incubatrice, de chaque côté du rectum.

» Le bourgeonnement a lieu sur la face ventrale, alternativement à droite et à gauche. Les bourgeons sont ordinairement au nombre de deux, rarement on en compte quatre.

» Les caractères propres à la *Cyclatella* n'ont donc, comme je l'ai dit plus haut, que la valeur de caractères spécifiques, de telle sorte qu'il n'y a même pas lieu d'introduire un genre nouveau dans la famille des Loxosomidés, pour ce commensal des Clyméniens, qui devra s'appeler, dorénavant, *Loxosoma annelidicola*. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Destruction de l'*Heterodera Schachtii. Note de M. Willot.

« On a dit que l'*Heterodera Schachtii*, introduit par les pulpes de betteraves contaminées, peut impunément traverser le tube digestif du mouton; partant, que les fumiers sont également contaminés : il n'en est rien heureusement. En effet, les larves et les mâles, à l'état libre, succombent à une température de 35° C; les œufs, les embryons et les larves, contenus dans le corps des femelles, blanches ou brunes, à 25° seulement (Strubell). J'ai vérifié moi-même le fait. Or le tube digestif du mouton est à la température de 40° en moyenne (Colin, *Physiologie*, t, II, p. 1052);

et, pour sortir sain et sauf, il faudrait que cet helminthe échappât à la rumination et à l'action des divers liquides de la digestion.

» J'ai fait l'expérience directement, dans un diffuseur; elle a duré tout le temps d'une diffusion. Jamais les œufs, les larves, les embryons, les mâles, les femelles, blanches et brunes, n'ont pu résister à la température de 80°, dans l'appareil.

» J'ai répété l'expérience sur le mouton, que j'ai nourri avec des tranches de betteraves sur lesquelles j'avais déposé des larves, des mâles et des femelles par centaines, et que j'ai administrées par petites bouchées. J'ai bien retrouvé, dans les déjections de l'animal, des œufs et des adultes du *Trichocephalus affinis*, parasite du tube digestif du mouton, mais pas trace d'*Heterodera Schachtii*.

» Tous les alcalis, tous les sels alcalins, les phosphates exceptés, et le nitrate de chaux spécialement, sont d'excellents nématocides, même en dissolution à 5 pour 100; mais les eaux ammoniacales du gaz de l'éclairage surtout sont efficaces pour tuer, en un instant, tous les nématodes que l'on rencontre dans la terre, l'*Heterodera Schachtii* d'abord, et les autres ensuite et successivement.

» Toutefois, dans un premier essai avec les eaux ammoniacales, j'ai ensemencé la terre, après le traitement, avec des graines de betterave, et celles-ci n'ont pas levé. J'ai étendu d'eau, dans un second essai; j'ai traité ensuite et semé enfin : la levée et la pousse de betteraves ont été régulières.

» Le problème n'est pourtant pas encore résolu. J'ai trouvé des femelles brunes, dont M. Joannes Chatin a montré la destination pour la propagation de l'espèce, jusqu'à une profondeur de $0^{m},60$, c'est-à-dire que toute la couche de terre végétale en est remplie. On peut, en effet, prendre dans cette couche quelques grammes de terre, à quelque profondeur que ce soit, et les compter par centaines, si la couche est complètement envahie et devenue, par ce fait, impropre à la culture de la betterave.

» Or, si l'on prend une de ces femelles dans son complet développement, qu'on la pose dans une goutte d'eau et qu'on l'ouvre avec des aiguilles, on voit au microscope une quantité considérable (350 quelquefois) d'œufs, d'embryons et de larves. Celles-ci, dans une chambre dont la température est de 20° à 22°, après dix minutes ou un quart d'heure, s'agitent en tous sens : le contenu est donc bien vivant. On rencontre de telles femelles à tous les moments de l'année, à toutes les profondeurs de

la couche végétale, comme je l'ai constaté pendant le séjour que je viens de faire dans le Nord.

» Le problème revient à les atteindre à toutes les profondeurs, ces femelles brunes, que jusqu'ici on a regardées comme invulnérables. Or j'ai trouvé une méthode pour y parvenir; mais les limites de cette Note ne me permettent de l'exposer ici, pas plus que les diverses proportions, à l'hectare, des différents nématocides, proportions qui varient du reste avec les saisons, la nature du sol, la profondeur de la couche envahie, etc.

» Par cette méthode, j'ai atteint les larves, les mâles, les femelles, blanches et brunes, à toutes les profondeurs. Après le traitement, je n'ai plus retrouvé, dans la terre, ni larve, ni mâle; mais les femelles brunes s'y rencontraient, vides ou pleines, comme s'il n'y avait eu aucun traitement, en apparence du moins. Le contenu de ces femelles (œufs, embryons et larves) est tué sans retour. En effet, ce petit helminthe n'est pas capable de reviviscence; ensuite ce contenu, exposé dans l'eau, à une température de 20° à 22°, ne donne jamais signe de mouvement propre; enfin, si l'on examine ce contenu au microscope, à un fort grossissement, on voit, sur quelques larves, le stylet au fond de l'œsophage et de biais, ce qui est un caractère de mort certaine; chez d'autres, l'œsophage détruit et devenu granuleux; chez d'autres encore, on voit que les deux paires de muscles, dont les contractions alternatives déterminent le mouvement de va-et-vient du stylet, ont disparu, quoique celui-ci soit toujours en place; les œufs et les embryons sont décomposés, souvent on ne voit plus que les coques.

» J'ai obtenu le même résultat, sur une pièce de quatre ares, sept semaines après le même traitement, et sur une autre, après trois mois. Ces résultats concordants m'inspirent une certaine confiance, et je me propose de continuer mes expériences l'année prochaine.

» De plus, j'ai trouvé trois autres *Heterodera*, différant entre eux par la forme des femelles, des œufs et des larves, mais les femelles brunes offrant toutes le caractère de kyste de l'*Heterodera Schachtii* : je me propose de les étudier. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur une roche éruptive de l'Ariège et sur la transformation des feldspaths en wernérite.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Fouqué.

« Au cours de l'exploration de la feuille de Foix (Ariège) pour le service de la Carte géologique, j'ai découvert une roche éruptive remarquable qui

fait l'objet de cette Note. C'est une roche à gros grains qui montre à l'œil nu, en proportions à peu près égales, un élément blanc et un élément noir foncé. Elle est parcourue par des veines noires à apparence compacte. Les deux variétés de la roche sont parfois fragiles. Elles donnent en se décomposant une argile brun rouge foncé.

» Tous ces caractères sont déjà suffisants pour la distinguer des ophites de la même région. Au point de vue de l'âge, cette roche est antéjurassique.

» En effet, le gisement se trouve au port de Saleix, à quelques mètres au-dessous du point par lequel on passe de la vallée de Vicdessos dans celle d'Aulus. Il y a là une faille mettant en contact les schistes paléozoïques et le jurassique. La roche qui nous occupe apparaît entre les deux formations. Les difficultés topographiques, jointes au mauvais temps, ne m'ont pas permis cette année d'explorer complètement ce gisement. Je n'ai pu toucher qu'en un point le contact de la roche éruptive et du calcaire jurassique. Celui-ci est bréchiforme, n'est pas modifié et j'y ai rencontré un petit galet de la roche éruptive. Cela fixerait son minimum d'âge. L'examen microscopique montre que la roche est formée par les éléments suivants : olivine (rare), *pyroxène augite* violacé en lames minces, *mica* brun, *amphibole* brun foncé avec inclusions noires rappelant celles du diallage, *labrador* (*ilménite*, *apatite* accessoires).

» Les produits secondaires abondent. L'olivine est serpentinisée; le mica brun est souvent en partie transformé en mica vert. Le pyroxène et l'amphibole brune sont parfois entourés d'une zone d'amphibole vert clair (actinote); enfin le feldspath est transformé en *wernérite* (*dipyre*). La structure est *granitoïde,* parfois *ophitique*. La roche est une *diabase amphibolique*. Les veines compactes noires qui l'accompagnent possèdent la structure microlitique (*porphyrite amphibolique*).

» La transformation du feldspath en *wernérite* (*dipyre*) peut être étudiée facilement. Dans les roches peu altérées, on voit le *dipyre* se former sur les lignes de suture des feldspaths, les pénétrer sous forme de veinules, les parcourant dans tous les sens, se ramifiant à l'infini, englobant dans un lacis de plus en plus serré de petits îlots de feldspath intact qui bientôt disparaissent. A la place d'un ou de plusieurs cristaux de feldspath, il n'existe plus alors que de grandes plages de dipyre à orientation uniforme. Dans les roches microlitiques, les microlites de feldspath sont remplacés par de grandes plages de dipyre à orientation unique.

» Ce mode de transformation est analogue à celui que j'ai suivi dans les gabbros d'Odegården (Norwège); mais dans ceux-ci, à l'inverse de la roche

de Saleix, le produit de la transformation n'est plus granitoïde comme dans la roche initiale, mais bien granulitique.

» M. Judd a proposé récemment au sujet de cette dernière roche la théorie suivante : faisant remarquer, d'une part, que le dipyre a la composition du feldspath de la roche, plus du chlorure de sodium, et, d'autre part, que les inclusions aqueuses y abondent, il admet que le gabbro a été en profondeur soumis, sous pression, à l'action de liquides chlorurés qui ont attaqué le feldspath et se sont logés en lui sous forme d'inclusions liquides. A ce moment la roche renfermait à l'*état latent* ce qu'il fallait pour faire du dipyre. Des phénomènes dynamiques ont alors rompu l'équilibre et transformé le gabbro granitoïde en diorite à wernérite grenue, le pyroxène s'étant en même temps transformé en amphibole. Tout en réservant mes conclusions au sujet de la roche d'Odegården, je me contenterai de faire remarquer que cette théorie n'est pas applicable à la roche qui fait l'objet de cette Note. En effet, la plus grande partie de celle-ci ne présente *aucune trace de déformation mécanique;* rien n'est venu troubler la transformation lente et graduelle du labrador en dipyre. Cette transformation, que l'on peut comparer à celle de la néphéline en cancrinite dans les syénites néphéliniques, des feldspaths en quartz dans les andésites, du péridot en chrysotyle, de l'anhydrite en gypse (je ne parle pas ici du pyroxène en amphibole, cette transformation étant, d'après beaucoup d'auteurs, liée à des phénomènes dynamiques), à mon avis, il y a là une pure action chimique qui, dans certains cas, a pu être aidée par les mouvements qui ont modifié la cohésion de la roche sans que pour cela ces phénomènes mécaniques puissent être considérés comme la cause efficiente de la transformation.

» La preuve de cette manière de voir peut être tirée de l'examen de fragments recueillis dans la brèche calcaire. On constate qu'ils ont subi des actions mécaniques puissantes qui les ont rendus schisteux. Le pyroxène et le feldspath sont broyés en un ciment fin, tenant en suspension des fragments tordus à extinctions roulantes des mêmes minéraux. Le dipyre, lorsqu'il existe, se développe par le même processus que dans la roche intacte. On peut voir très nettement qu'il est postérieur au ciment de la roche. D'autres échantillons, au contraire, nous ont montré des roches également écrasées, mais dont le feldspath avait été *wernéritisé* avant les mouvements subis par la roche.

» Afin d'avoir une nouvelle vérification de l'indépendance de la *wernéritisation* des feldspaths et des phénomènes dynamiques subis par les roches

qui la présentent, j'ai examiné des échantillons recueillis aux salbandes, dans les brèches et dans divers points du massif ophitique de Pouzac. La roche est une diabase à structure ophitique qui, après wernéritisation, devient granitoïde. Le dipyre s'y développe, toujours d'après le même procédé, aussi fréquemment au cœur du massif que dans les parties périphériques et dans les brèches. Dans celles-ci, on trouve côte à côte des roches wernéritisées, plus ou moins schisteuses et brisées, et d'autres qui ne renferment pas traces de wernérite [1]. Tous ces faits sont donc bien concordants.

» En résumé, les roches de Saleix et de Pouzac, différentes entre elles, offrent un exemple du développement du dipyre dans une roche feldspathique par voie secondaire, transformation modifiant la structure, la rendant plus granitoïde dans le cas d'une roche déjà grenue [2], ou granitoïde dans le cas d'une roche ophitique ou microlitique.

» J'ai trouvé, à l'étang de Lherz, des roches quartzifères également riches en dipyre secondaire. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un tornado observé à Fourchambault (Nièvre).* Note de M. **Doumet-Adanson**, présentée par M. Mascart.

« Le 1er octobre dernier, entre $3^h 30^m$ et 4^h du soir, un phénomène atmosphérique des plus étranges s'est produit inopinément dans l'enceinte des usines de Fourchambault (Nièvre).

» Jusque vers $3^h 30^m$, le ciel avait été pur et l'atmosphère absolument calme, mais lourde. A ce moment un gros nuage, coloré en jaunâtre, s'avança rapidement de la direction ouest nord-ouest, obscurcissant l'atmosphère et paraissant menacer d'une averse. Quelques instants après, les feuilles tombées commencèrent à tourbillonner sur le sol et, presque instantanément, se produisit une trombe de vent d'une telle violence qu'en moins de deux à trois minutes une quinzaine des plus gros arbres du parc situé en avant de l'habitation du directeur, M. Fayol, furent brisés ou renversés. En même temps, d'importants dégâts avaient lieu sur diverses toitures des bâtiments de l'usine.

---

(1) Dans ce gisement, on voit à l'évidence que le dipyre, se développant sur le bord des fissures et gagnant de proche en proche, est bien un produit d'altération.

(2) Il est probable que la diorite à dipyre trouvée par M. Delâge à l'Oued Djemma (Algérie) et que j'ai décrite dans mon Mémoire sur les roches à wernérite (*Bull. Soc. minér.*, XII, 167; 1889) a une origine analogue à la roche de Saleix.

» Bien que le vent se soit engouffré avec assez de force pour empêcher de fermer les portes des deux façades, le bâtiment d'habitation, placé à environ 20 mètres au nord des premiers arbres brisés, n'a pas souffert ; il en est de même des constructions de l'usine placées au sud.

» Quelques minutes après, l'atmosphère redevenait calme et le ciel pur, avec seulement quelques petits nuages. Quelques gouttes de pluie étaient tombées pendant la tourmente. Aucune différence sensible de température n'a été observée, ni pendant, ni après le phénomène. Aucune manifestation électrique ne s'est produite non plus. Il est regrettable que la marche du baromètre n'ait pas été observée.

» Les divers dégâts constatés, soit sur les arbres, soit sur les toitures des bâtiments, sont compris exclusivement dans un espace à peu près ovale, de 400^m environ de l'ouest-nord-ouest au sud-sud-est, et 200^m à peu près dans le sens nord sud. L'action la plus violente paraît s'être produite dans le demi-cercle nord ; du côté opposé, les dégâts sont nuls ou insignifiants. Le tourbillon n'a pas sévi en dehors du périmètre indiqué plus haut, ni au nord, ni au sud des usines. Dans l'ouest, de l'autre côté de la Loire, à environ 800^m de Fourchambault, quelques arbres ont été endommagés, mais d'une manière peu importante. A l'est de l'usine, quelques arbres ont eu des branches cassées ou tordues, et les toitures de certains bâtiments, ainsi que celle de la gare des marchandises du chemin de fer, ont subi de légères atteintes, tandis que l'avenue qui conduit à la gare (au sud-est des usines) et qui est plantée de gros arbres sur une longueur d'environ 300^m, ne montre aucune trace de l'action du tourbillon. Enfin, dans la direction de Nevers, sur les confins de Fourchambault, le vent a soufflé avec violence, sans cependant causer de dégâts appréciables. La direction du vent, avant et après la trombe, était sensiblement de l'ouest.

» Tous les arbres cassés dans le jardin de l'usine (grands peupliers suisses, principalement) l'ont été à une hauteur d'environ 10^m à 12^m ; un seul, gros acacia, a été brisé à $0^m,50$ du sol, où il avait $0^m,70$ de diamètre; mais cet arbre n'était pas sain du pied. Plus on se rapproche du sol, moins l'action paraît avoir été intense. Toutes les grosses branches maîtresses des arbres mutilés dénotent, par leur cassure, non pas une action en ligne droite, mais une torsion en tire-bouchon, accusée par le clivage des brisures qui est uniformément infléchi dans le sens de la marche des aiguilles d'une montre, ce qui indique une giration inverse de celle des cyclones.

» Sur les diverses toitures atteintes, seul le versant regardant l'ouest ou l'ouest-nord-ouest a subi des dégâts, et partout les tuiles ou les ardoises ont été, non pas enlevées et portées au loin, mais simplement rebroussées ou traînées de bas en haut par places, et accumulées un peu au-dessus, en manière de crêtes ou d'arêtes saillantes. C'est principalement sur la toiture en ardoise d'un grand hangar central, orienté presque nord-sud par sa longueur, que s'est produit ce genre d'action.

» En résumé, d'après les constatations que j'ai faites moi-même sur place et des renseignements que j'ai pu recueillir ou que je dois à l'obligeance de M. Fayol, le phénomène paraît être une trombe ou tornado d'une extrême violence, ayant eu un parcours très restreint de l'ouest à l'est, et ne dépassant pas 200^m de largeur du nord au sud. Quoique moins

considérable, on pourrait l'assimiler à celui qui a sévi quelque temps auparavant à Dreux.

» Le peu d'étendue des effets observés, ainsi que la torsion de bas en haut que l'on remarque sur les branches arrachées ou cassées, de même que la giration ascendante imprimée aux ardoises et aux tuiles des toitures, me semblent indiquer que ce tornado s'est formé sur place, en s'élevant ensuite rapidement dans l'atmosphère. »

M. P.-F. **Bouillon** adresse une « Étude relative à l'utilisation de la puissance motrice du flux et reflux des Océans ».

M. **Foveau de Courmelles** adresse une Note relative à « l'absorption médicamenteuse électrique ».

M. **Daubrée** présente à l'Académie une photographie de M. *Gustave Nordenskiöld*, montrant la disposition de la *neige rouge* sur les montagnes de la côte ouest du Spitzberg.

Pendant le voyage que le jeune explorateur vient de faire dans les régions polaires, il a observé cette coloration rose sur presque toutes les montagnes. Cet été, la végétation qui la produit s'était donc développée d'une manière tout à fait extraordinaire. La photographie a été prise à Foulbay (79°50′), le 17 août 1890.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 novembre 1890.

Océanographie (statique); *par* M. J. Thoulet. Paris, L. Baudoin et Cie, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Mouchez.)

Note sur la structure des Corbières; par EMM. DE MARGERIE. Paris, Baudry et Cie, 1890; br. gr. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Topographie historique de la ville de Châlons-sur-Marne; par LOUIS GRIGNON. Châlons-sur-Marne, Martin frères, 1889; 1 vol. in-8°.

L'Anthropologie, sous la direction de MM. CARTAILHAC, HAMY, TOPINARD; 1890, tome I, n° 5. Paris, G. Masson, 1 vol. in-8°.

Gynécologie; par le Dr ABEILLE. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890; br. gr. in-8°. (Renvoyé au concours des Prix de Médecine.)

Traité élémentaire d'Anatomie de l'homme, avec notions d'Organogénie et d'Embryologie générale; par CH. DEBIERRE. Paris, Félix Alcan, 1890; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Chauveau et renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Cosmical evolution a new theory of the mechanism of nature; by EVAN MAC LENNAN. Chicago, Donohue, Henneberry and C°, 1890; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 NOVEMBRE 1890.

Rapport sur les opérations des Sociétés de secours mutuels pendant l'année 1887, présenté à M. le Président de la République, par M. CONSTANS, *Ministre de l'Intérieur*. Melun, Imprimerie administrative, 1890; 1 vol. in-4°. (Deux exemplaires.)

Écrit posthume de Descartes : De solidorum elementis. Texte latin (original et revu) suivi d'une traduction française avec Notes; *par* M. DE JONQUIÈRES. Paris, Firmin-Didot et Cie, 1890; br. in-4°.

Blaise Pascal; par JOSEPH BERTRAND. Paris, Calmann Lévy, 1891; 1 vol. in-8°.

Sur les mouvements giratoires de l'atmosphère; par M. HENRI LASNE; br. in-4°. — *Sur les terrains phosphatés des environs de Doullens. Étage sénonien et terrains superposés; par* M. HENRI LASNE; br. in-8°. (Présentés par M. Daubrée.)

Identité de composition de quelques phosphates sédimentaires avec l'apatite; par M. HENRI LASNE; br. in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Note sur quelques insectes fossiles du terrain houiller qui présentent au prothorax des appendices aliformes; par M. CHARLES BRONGNIART; br. in-8°. (Présenté par M. Blanchard.)

Calendrier perpétuel complet; par l'abbé J.-A. LAVAL. Agen, Joseph Roche fils, 1890.

Recherches sur la respiration et sur la fermentation de la levure de grains; par MM. Gréhant et Quinquaud; br. in-8°. (Présenté par M. Duclaux.)

Collection des Suites à Buffon. — Histoire naturelle des Annelés marins et d'eau douce; par M. Léon Vaillant. Tome troisième, seconde Partie. Paris, Librairie encyclopédique de Roret; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Leçons de clinique médicale faites à l'hôpital Saint-Éloi de Montpellier, novembre 1886-*juillet* 1890; *par* le Dr J. Grasset. Montpellier, Camille Coulet; Paris, Georges Masson, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen. Rouen, Julien Lecerf, 1890; br. gr. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la direction du Prof. Dr M. Menzbier; année 1889, n° 4; année 1890, n° 1; 2 vol. in-8°.

Bulletin de la Société ouralienne d'amateurs des Sciences naturelles, tome XII, livr. 1; br. gr. in-4°.

Annalen des physikalischen Central-Observatoriums, herausgegeben von H. Wild. Jahrgang 1889, Theil I. Saint-Petersburg, 1890; 1 vol. gr. in-4°.

I crostacei dei calcari con fusulina della valle del fiume Sosio nella provincia di Palermo in Sicilia. Memoria di Gaetano Giorgio Gemmellaro. Napoli, Tipografia della reale Accademia, 1890; br. gr. in-4°.

On primary chloroform syncope; by Robert Kirk. Glascow, 1890; br. in-8°.

Verslag omtrent den Staat van's Lands plantentuin te Buitenzorg en de daarbij behoorende inrichtingen o ver het jaar 1889 (Treub, Directeur). Batavia, Landsdruk kerlj, 1890; br. in-4°.

Osteologie ropuch (bufo laur). Sepsal, Prof. Dr F. Bayer. V Praze, 1890; br. in-4°.

Uhlonosné útvary v tasmánii. Napsal, Prof. Dr Otakar Feistmantel. V Praze, 1890; br. in-4°.

Rozpravy trídy mathematicko-prírodovedecké královské ceské Spolecnosti Náuk, z roku 1889-1890, VII, rady svazck 3. V Praze, 1890; 1 vol. gr. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er DÉCEMBRE 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe de Fourchambault;* par M. **H. Faye.**

« La Note de M. Doumet-Adanson, dont notre confrère M. Mascart a donné communication dans la dernière séance, présente des particularités qui font désirer que le savant auteur veuille bien les compléter.

» La trombe du 1er octobre s'étant produite en plein jour, de nombreux témoins, placés hors de l'usine de Fourchambault, ont dû en distinguer la figure alors qu'elle écrêtait quelques arbres sur un parcours de 800m avant d'arriver à l'usine. Si cette trombe, dont l'embouchure devait se perdre dans l'épais nuage jaunâtre qui a obscurci le ciel, tandis que son extrémité inférieure ne touchait pas encore le sol, est restée invisible (par défaut d'opacité de sa gaine inférieure), ce serait une circonstance bien digne d'être notée. De même, à l'est de l'usine, la trombe a dû se relever puisqu'elle n'agissait plus que sur la cîme des arbres dont elle a tordu ou

cassé quelques branches. Là encore elle a dû être visible pour des spectateurs peu éloignés de sa trajectoire, tandis qu'à Fourchambault même, où elle a dû toucher terre, on comprend que sa forme extérieure n'ait pas été nettement perçue, tandis que, dans sa trajectoire purement aérienne, les spectateurs, moins surpris, moins gênés par les bâtiments d'une usine, ont dû la voir marcher la pointe inférieure au-dessus du sol et se projeter en entier dans le ciel sous la forme d'une masse conique plus ou moins inclinée.

» Il serait à désirer qu'on pût tracer exactement la trajectoire complète de cette trombe et vérifier surtout l'intéressante assertion de M. Doumet-Adanson sur le sens de la giration. Ce sens, conforme à celui des aiguilles d'une montre, a été noté aussi dans les tornados des États-Unis, mais il est extrêmement rare, tandis que le phénomène par lequel une trombe ou un tornado paraît danser, pour ainsi dire, c'est-à-dire voyager en l'air, puis descendre jusqu'au sol pour y exécuter ses ravages, se relever ensuite, et cela à plusieurs reprises, est extrêmement fréquent. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur de nouvelles flores fossiles, observées en Portugal, et marquant le passage entre les systèmes jurassique et infracrétace.* Note de M. G. DE SAPORTA.

« J'avais été amené, il y a plus de deux ans [1], à fixer à la hauteur de l'*albien* l'apparition des premières Dicotylées, dans la région actuellement située au nord du Tage, entre Lisbonne et Coïmbre. J'ai reçu depuis lors, grâce à des explorations poursuivies par M. Paul Choffat, sous la haute direction de M. Delgado, de nouvelles plantes fossiles, provenant de divers gisements, et qui présentent un très vif intérêt. Ces plantes, considérées dans leur ensemble, se distribuent en deux groupes, dont le premier se rattache à l'horizon du ptérocérien et le second se range sur le niveau présumé du valanginien. La liaison de ces deux groupes, l'un certainement jurassique, l'autre connexe avec la base extrême de la craie, se trouve en parfait rapport avec le caractère de transition graduelle entre les deux âges que l'étude des éléments qu'ils comprennent engage à leur attribuer. Nous les examinerons successivement :

1° *Flore du ptérocérien.* — Les éléments de cette première flore ont été

(1) *Sur les Dicotylées prototypiques du système infracrétacé du Portugal* (*Comptes rendus*, t. CVI, séance du 28 mai 1888).

recueillis dans une série de gisements vaso-sableux, localisés, intercalés à diverses hauteurs au milieu d'un terrain de transport à gros éléments, dont l'âge approximatif a pu être établi avec certitude par M. Choffat. Les principaux de ces gisements : Cabanas de Torres, Moita dos Ferreiros, Valle do Gato, Salgueiro et Granja, sont énumérés ici dans l'ordre relatif de superposition que leur assigne M. Choffat, qui place le premier à la base, le second vers le milieu, les trois derniers vers le sommet du ptérocérien ou même sur les confins du portlandien. Quoi qu'il en soit, l'ensemble des espèces, représentées presque toujours par de très petits fragments, rencontrées dans ces gisements et dans quelques autres d'une moindre importance (Forte Constantino, Sobral, Dois Portos, etc.), s'élève déjà à quatre-vingt-six et dépassera bientôt, sans doute, la centaine. Il forme un tout qui ne saurait être scindé; il est surtout riche en Filicinées, les plantes de cette catégorie comprenant à elles seules les trois quarts du nombre total. Parmi les Filicinées, les *Sphenopteris* tiennent incontestablement le premier rang (vingt-huit espèces sur soixante-huit). L'affluence des *Scleropteris,* la présence des *Stachypteris litophylla* Pom. et *minuta* Sap., caractéristiques du corallien d'Auxey et de celui de la Meuse, les genres *Brachyphyllum* Brngt., *Pachyphyllum* Sap., *Palæocyparis* Sap. et *Thuyites* Schimp., parmi les Conifères, indiquent l'étroite analogie de cette flore avec celles des niveaux correspondants du corallien et du kimméridgien de l'Europe centrale. Pourtant, associées à ces espèces d'affinité jurassique, on en remarque d'autres d'un tout autre caractère et qui accusent au contraire une liaison avec la végétation wealdienne ou urgonienne, telle que nous la montrent les dépôts de l'Allemagne du Nord ou de la région des Carpathes. Ces espèces, dès lors indigènes sur le sol lusitanien, sont le *Sphenopteris Mantelli* Brngt., le *Pecopteris Browniana* Dkr., et enfin deux *Comptoniopteris*, genre nouveau qui prédomine dans le turonien du midi de la France.

» J'ajouterai, à titre de détail, que les Cycadées sont rares dans ce premier ensemble, peut-être uniquement par la difficulté qu'ont eue les anciennes eaux de charrier leurs débris, plus lourds que ceux des autres plantes; et, aussi, que les Angiospermes, représentées exclusivement par quelques Monocotylées, ne paraissent pas exclues de cette flore néojurassique, où les *Rhizocaulon* comptent une espèce et les *Poacites,* plantes graminoïdes d'affinité incertaine, cinq espèces sûrement déterminées.

» L'extrême ténuité des découpures de la fronde, chez les Filicinées, et, d'une façon générale, la faible étendue des particules conservées, constituent le caractère distinctif de cette flore, comme de la suivante. Au nombre

des nouveautés qu'elle renferme, il convient de signaler le *Sphenolepidium Choffati* Sap., prédécesseur immédiat du *Sph. iternbergianum* Schk., de l'infracrétacé, forme remarquable par l'apparence grêle de ses rameaux et la petitesse de ses strobiles. Les *Sphenolepidium* touchent de près aux *Sequoia*, dont ils semblent représenter la souche ancestrale; ils se montrent avant ces derniers et s'éclipsent vers la fin de l'infracrétacé, alors justement que les *Sequoia* tendent à se multiplier.

» 2° *Flore du valanginien présumé; Torres-Vedras.* — Les divers gisements d'où provient cette seconde flore sont tous groupés aux environs de Torres-Vedras, point bien connu, situé au nord-est de Lisbonne. Le nombre des espèces recueillies, la plupart à Quinta do Leiriao, d'autres le long des tranchées du chemin de fer, s'élèvent jusqu'à présent à une soixantaine. Il est facile de remarquer la liaison de cette flore avec les florules infracrétaciques de Valle de Lobos et d'Almargen, dont Heer a décrit les espèces. Plusieurs de celles-ci : *Sphenopteris plurinervia* Hr., *Sphen. Mantelli* Brngt., *Sequoia lusitanica* Hr., *Mattonidium Gœpperti* Schk., se montrent également à Torres-Vedras. Ce sont là des types wealdiens, auxquels viennent s'ajouter : *Equisetum Burchardti* Dkr., *Sphenopteris Gœpperti* Dkr., *Cladophlebis sulcycadina* Sap., *Pecopteris Browniana* Dkr., *Lonchopteris lusitanica* Sap., *Oleandridium tenerum* Sap., *Glossozamites brevior* Sap. et *dilaceratum*, *Abietites acicularis* Sap., qui s'identifient ou du moins confinent de très près à autant d'espèces ou de types caractéristiques des étages de la série infracrétacique. Ces affinités justifient pleinement la position assignée aux gisements de Torres-Vedras par les observations stratigraphiques de M. Choffat. Elles s'accusent encore par l'élimination des *Scleropteris*, Fougères néo-jurassiques qu'on ne retrouve plus à la hauteur de Torres-Vedras. Pourtant la liaison de la flore de ce dernier niveau avec la précédente se révèle par la persistance de certaines formes, en première ligne du *Sphenopteris Choffatiana* Hr., espèce corallienne, par celle de plusieurs *Sphenopteris* à segments de fronde débiles et finement laciniés; elle se révèle encore par la présence d'un *Cheirolepis* (*Ch. Choffati* Sap., type de Conifères jusqu'à présent limité au lias inférieur), et du *Cyclopitys Delgadoi* Sap., végétal singulier, aux feuilles verticillées à la façon de celles du *Sciadopitys* actuel, signalé dans le jurassique de la Sibérie altaïque par M. Schmalhausen. Le *Rhizocaulon vetus* Sap., déjà rencontré dans le ptérocérien, continue à se montrer ici, et, avec lui, les Monocotylées, jusqu'alors très obscures, se manifestent plus clairement au moyen de l'*Alismacites primigenius* Sap. Par contre, les Dicotylées n'ont encore fourni que des indices trop incer-

tains pour qu'il soit permis de les mentionner. Pourtant, c'est dans un ensemble sensiblement pareil à celui dont nous venons d'esquisser les traits, que le professeur Fontaine a signalé récemment, en Virginie, cette catégorie végétale, déjà variée et comprenant des formes rapprochées, par leur aspect extérieur, de celles que, dans le Portugal, on commence à rencontrer à la hauteur de l'albien. Il n'est pas déraisonnable d'espérer que des explorations renouvelées, s'attaquant aux gisements à peine effleurés de Torres-Vedras, amèneront un jour des résultats pareils à ceux que M. Fontaine a consignés dans sa belle flore du Potomac; et nous arracherions ainsi le secret de cette évolution, en apparence imprévue, à laquelle la végétation de notre globe fut redevable de l'extension rapide d'une classe de plantes, auparavant inconnue, bientôt prépondérante, et sans le secours de laquelle l'homme manquerait des substances usuelles les plus indispensables à son alimentation, comme à son industrie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Amédée Paris** demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été adressé par lui le 23 novembre 1890, et qui contient un Mémoire relatif à un mode de transmission des lettres, dépêches et messages téléphoniques, auquel il donne le nom de *grammophore*.

Le contenu de ce pli, et les notes additionnelles que l'auteur y joint, sont renvoyés à une Commission composée de MM. Fizeau et Mascart.

M. **Léon Sollier** adresse une Note intitulée « Méridiens, jour et heure universels ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure portant pour titre : « Comité international des Poids et

Mesures. Treizième Rapport aux gouvernements signataires de la Convention du Mètre, sur l'exercice de 1889 »;

2° Une brochure intitulée « Congrès international de Chronométrie. Comptes rendus des travaux publiés sous les auspices du Bureau du Congrès ». (Présenté par M. de Jonquières.)

3° Une brochure de M. *Adolphe Carnot*, intitulée « Minerais de la France, de l'Algérie et de la Tunisie, analysés au Bureau d'essais de l'École des Mines, de 1845 à 1889 ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Zona, faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$, *par MM.* **Trépied, Rambaud** et **Renaux**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1890.	☄ — ⋆. ΔR.	ΔD.	Nombre de comparaisons.	Étoiles.	Observ.
	m s	′ ″			
Nov. 17.......	−5.10,63	−6.28,3	10: 6	*a*	T
17.......	−5.20,33	−6. 6,8	12: 8	*a*	Rˣ
17.......	−5.28,94	−5.44,9	12:10	*a*	Rᵈ
18.......	−0.16,40	+2. 1,5	14: 8	*b*	Rᵈ
18.......	−0.24,08	+2.18,6	16:10	*b*	Rˣ
20.......	+0.32,29	−6.52,4	10:10	*c*	T
20.......	+0.22,11	−6.35,8	10:10	*c*	Rˣ

Étoiles de comparaison.

⋆.	Gr.	Ascension droite moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a...	9	5.29.22,56	+3,49	+33.59.32,6	+2,8	Weisse₂ Vʰ n° 798
b...	7.8	5.18.13,89	+3,58	+34. 5. 6,0	+3,8	Weisse₂ Vʰ n° 439
c...	9	5. 6. 5,70	+3.65	+34.35.47,7	+5,0	Weisse₂ Vʰ n° 65

Positions de la comète.

Dates 1890.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 17.......	11.57.17	5.24.15,42	$\bar{1},378_n$	+33.53. 7,1	$\bar{1},894$
17.......	12.37.23	5.24. 5,72	$\bar{1},160_n$	+33.53.28,6	$\bar{1},740$
17.......	13.14.51	5.23.57,11	$\bar{2},718_n$	+33.53.50,5	$\bar{1},639$
18.......	14.13.12	5.18. 1,07	$\bar{1},068$	+34. 7.11,3	$\bar{1},671$

Dates 1890.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Nov. 18........	$14^h 45^m 46^s$	$5^h 17^m 53^s,39$	$\bar{1},293$	$+34° 7' 28'',4$	$\bar{1},797$
20........	13. 3.26	5. 6.41,64	$\bar{2},126_n$	+34.29. 0,3	$\bar{1},519$
20........	13.44.17	5. 6.31,46	$\bar{2},975$	+34.29.16,9	$\bar{1},582$

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur un nouveau mode de déplacement d'un double cône;* par M. **A. Mannheim**.

« Un problème n'est complètement étudié que si l'on se rend assez compte de la manière dont les données interviennent dans sa solution pour qu'on puisse modifier ces données sans altérer le résultat.

» C'est ainsi qu'après avoir fait voir que le déplacement d'un double cône sur deux directrices rectilignes peut être obtenu en liant ce corps à un cylindre dont la section droite est une spirale logarithmique, je vais montrer qu'on arrive à ce même résultat en remplaçant les directrices rectilignes par des directrices en hélices.

» Appelons toujours C la base commune des cônes. Le plan de C qui est supposé vertical est pris pour plan de la figure. Les sommets s_1, s_2 des deux cônes, symétriques par rapport au plan de C, se projettent au centre s de C. Ces cônes reposent maintenant sur deux hélices qui se projettent sur l'arc, tracé en trait fort, de la circonférence Cy qui est la projection du cylindre de révolution sur lequel sont ces hélices. Ces courbes, symétriques par rapport au plan de la figure, partent du point o de ce plan.

» Pour une position du double cône (S), ce corps touche ces hélices directrices aux points c_1, c_2 qui se projettent en c. Le plan tangent au cône de sommet s_1 qui touche en c_1 l'une des hélices contient la tangente à cette courbe et fait, avec le plan de la figure, un angle qui ne varie pas lorsqu'on déplace (S).

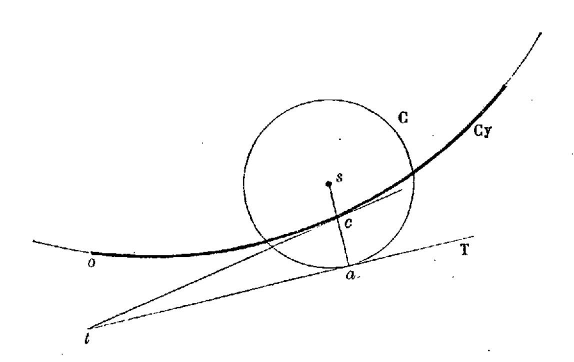
» Les plans tangents analogues à celui-là sont donc des plans menés par les tangentes à une hélice tracée sur un cylindre de révolution et qui font des angles égaux avec le plan de section droite de ce cylindre.

» L'enveloppe de ces plans est un hélicoïde développable dont la trace sur le plan de la figure est une développante d'un cercle concentrique à Cy.

» Appelons t la trace sur le plan de la figure de la tangente à l'hélice en

c_1, et T la trace sur le même plan du plan tangent au cône de sommet s_1 mené par $c_1 t$.

» La droite T touche C au point a où cette circonférence est rencontrée par sc, projection de la génératrice de contact du cône s_1 et de son plan



tangent mené par $c_1 t$. Le point a est le point de contact de T et de la développante de cercle dont je viens de parler.

» Comme le rayon de C est constant, le point s décrit alors aussi une développante d'un cercle concentrique à Cy.

» Mais (comme je le démontrerai plus loin) la courbe qui, en roulant sur Cy, fait décrire à un point de son plan une développante d'un cercle concentrique Cy, est une spirale logarithmique.

» Raisonnant alors comme je l'ai fait dans ma dernière Communication, j'arrive à ce résultat :

» *Le déplacement d'un double cône sur deux hélices, qui sont tracées sur un cylindre de révolution perpendiculaire au plan de la base des cônes et qui sont symétriques par rapport à ce plan, s'obtient en liant ce double cône à un cylindre dont la section droite est une spirale logarithmique et qui roule sur le cylindre de révolution de façon que ses génératrices viennent successivement coïncider avec celles de ce cylindre.*

» Lorsque ce cylindre de révolution sur lequel sont tracées les hélices directrices se réduit à un plan, ces hélices deviennent les directrices rectilignes du double cône mobile, et le curieux résultat que je viens de donner permet ainsi de retrouver, comme cas particulier, l'intéressante proposition à laquelle j'étais arrivé directement dans ma Communication du 3 novembre dernier.

» Il me reste à démontrer le théorème sur lequel je me suis appuyé, théorème que je crois nouveau :

» *La courbe qu'il faut faire rouler sur un cercle* Cy *pour qu'un point de son plan décrive une développante d'un cercle concentrique à* Cy *est une spirale logarithmique.*

» Les portions des normales à la développante du cercle concentrique à Cy, comprises entre cette développante et Cy, sont ce que deviennent successivement les rayons vecteurs de la courbe roulante que nous cherchons. Mais les normales à cette développante étant tangentes au cercle concentrique à Cy font des angles égaux avec Cy. La courbe roulante est alors une courbe qui rencontre ses rayons vecteurs sous des angles égaux. C'est donc une spirale logarithmique et le point décrivant est le pôle de cette spirale.

» Pour terminer j'ajoute que, dans le cas où l'on substitue une sphère (Σ) au double cône, le centre de cette sphère est sur la surface-canal enveloppe d'une sphère égale à (Σ) et dont le centre décrit une des hélices directrices. Comme le centre de la sphère mobile (Σ) reste dans le plan de la figure, on voit que ce centre décrit une section plane de la surface-canal.

» Il suffirait de connaître la génération de cette courbe comme une roulette dont la base est une circonférence de cercle pour achever le problème du déplacement de la sphère mobile, ainsi que je viens de le faire pour le déplacement du double cône. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité des mélanges d'air et de gaz carbonique.* Note de M. **Ulysse Lala**, présentée par M. L. Cailletet.

« A l'exception de quelques expériences relatives à de faibles pressions, comprises entre $53^{cm},41$ et $146^{cm},64$ de mercure, expériences faites incidemment par Regnault dans ses recherches sur la chaleur spécifique des fluides élastiques [1], l'étude de la compressibilité des mélanges gazeux n'a été abordée jusqu'ici, à ma connaissance, que par M. Cailletet dans le voisinage du point critique, pour préciser la notion de ce point [2]. J'ai donc cru utile d'entreprendre l'étude systématique de la compressibilité de ces

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France*, t. XXVI, année 1862.

(2) Cailletet, *Compressibilité des mélanges gazeux* (Séances de la Société de Physique : 1880, p. 27, et 1889, p. 123 ; *Journal de Physique*, 1re série, t. IX, 1880, p. 192).

mélanges en faisant varier progressivement les proportions des gaz mélangés et les pressions. L'installation, dans les laboratoires de Physique des nouveaux bâtiments de la Faculté des Sciences de Toulouse, d'un manomètre à air libre de 17^m de hauteur, m'a permis cette étude, dans laquelle la méthode et les corrections adoptées sont naturellement celles qu'a indiquées Regnault dans son Mémoire classique sur la *Compressibilité des fluides élastiques* [1].

» Le mélange gazeux, préalablement emmagasiné dans un récipient pouvant résister à une pression de 30^{atm}, est envoyé dans le tube-laboratoire, jaugé, du manomètre où on lui fait occuper successivement, à température constante, des volumes 1 et $1\frac{1}{2}$; les pressions correspondantes et les grandeurs physiques, températures, pression atmosphérique nécessaires pour les corrections sont mesurées; puis on recommence après le départ d'une certaine quantité du mélange gazeux, et ainsi de suite. On opère donc par la méthode des pressions décroissantes sur des masses de gaz de plus en plus faibles. Ce procédé garantit la persistance de composition du mélange gazeux dans les diverses séries d'expériences.

» Les résultats que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie sont relatifs aux mélanges d'air sec et de gaz carbonique également sec et pur. Les mélanges étudiés contiennent respectivement 11, 19,35, 26,98, 33,33, 40,08, 47,54, 56,92 pour 100 de gaz carbonique. J'ai pu constater les faits suivants :

» Dans les limites de mes expériences : $100^{cm},38$ de mercure, pression minima relative aux volumes 1 et $1613^{cm},96$ pression maxima relative aux volumes $\frac{1}{2}$, la compressibilité des mélanges d'air sec et de gaz carbonique, lorsque la quantité de ce dernier gaz ne dépasse pas 22 pour 100 environ, est comprise entre celles de l'air et du gaz carbonique; mais cette compressibilité, tout d'abord plus voisine de celle de l'air que de celle du gaz carbonique, se rapproche de celle-ci à mesure que la pression initiale relative au volume 1 s'élève de manière à devenir plus voisine de la compressibilité du gaz carbonique que celle de l'air. Ce fait est très nettement établi par les expériences relatives aux mélanges à 11 et 19,35 pour 100 de gaz carbonique. La représentation graphique de ces expériences indique, en outre, pour des pressions dépassant les limites de notre appareil, la tendance pour la compressibilité du mélange non seulement à se rappro-

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France,* t. XXI, année 1847.

cher de celle du gaz carbonique, mais encore à devenir plus grande que celle de ce gaz.

» Les expériences sur les mélanges plus riches en gaz carbonique établissent et précisent le fait : la compressibilité du mélange est d'abord, pour des pressions initiales faibles, ainsi que l'a constaté Regnault, intermédiaire entre celles de l'air et du gaz carbonique; mais la pression initiale sous volume 1 croissant, cette compressibilité se rapproche de celle du gaz carbonique pour dépasser celle-ci et le point pour lequel ce passage a lieu, c'est-à-dire pour lequel la compressibilité du mélange est égale à celle du gaz carbonique, correspond à une pression initiale d'autant plus faible que la richesse du mélange en gaz carbonique est plus grande. C'est ainsi que, pour un mélange à 26,98 pour 100 de gaz carbonique, la pression initiale du volume 1 qui correspond au passage est $539^{cm},4$, la pression finale du volume $\frac{1}{2}$ étant $1069^{cm},5$ pour le mélange comme pour le gaz carbonique. Pour le mélange à 33,33 de gaz carbonique, le point commun correspond à une pression initiale de 459^{cm} environ et pour le mélange à 40,08 pour 100 à 253^{cm} environ.

» La richesse du mélange en gaz carbonique continuant à croître, l'aspect des courbes représentatives du phénomène montre que le point commun dont je viens de parler continue à correspondre à une pression initiale de plus en plus faible. Dans la limite de mes expériences, la compressibilité des mélanges suivants est plus grande que celle du gaz carbonique, elle-même supérieure à celle de l'air, et va en croissant à mesure que la pression initiale augmente.

» Il est d'ailleurs évident que, la richesse en gaz carbonique augmentant, la compressibilité des mélanges successifs ne peut s'écarter indéfiniment de celle du gaz carbonique, mais doit, après s'en être écartée, s'en rapprocher de nouveau et tendre vers elle à mesure que le mélange tend lui-même de plus en plus vers le gaz carbonique pur. L'expérience confirme cette prévision et la tendance de la compressibilité du mélange à se rapprocher de celle du gaz carbonique, après écart, à mesure que la richesse en gaz carbonique augmente, résulte de l'étude de la compressibilité des deux mélanges à 47,54 et à 56,92 pour 100 de gaz carbonique.

» Ces expériences continuent [1] et j'espère communiquer prochainement de nouveaux résultats à l'Académie. »

---

[1] Laboratoire de Physique de M. le professeur G. Berson, à la Faculté des Sciences de Toulouse.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Réflexion et réfraction par les corps à dispersion anormale.* Note de M. **R. Salvador Bloch.**

« Les théories de la réflexion métallique, celle de Cauchy en particulier, indiquent, même pour l'incidence normale, un changement de phase des rayons réfléchis et réfractés par rapport au rayon incident. M. Potier [1] a montré expérimentalement cette modification dans la phase du rayon réfléchi. Je me propose de rechercher comment varient ces changements de phase par réflexion et réfraction, avec l'épaisseur, l'indice et le pouvoir absorbant de la lame réfléchissante.

» Pour varier à volonté ces facteurs, j'emploie, au lieu de miroirs métalliques, des pellicules de collodion ou de gélatine, colorées avec une substance à dispersion anormale, telle que fuchsine, cyanine, etc. J'ai ainsi des lames solides dont je puis modifier l'indice et le pouvoir absorbant et que je puis réduire à une épaisseur de $\frac{1}{20}$ de longueur d'onde. Comme l'a montré M. Stokes [2], ces substances, douées d'absorption sélective, réfléchissent métalliquement les radiations qu'elles absorbent.

» 1° *Mesure de l'épaisseur et du changement de phase par réflexion.* — Comme l'ont fait déjà MM. Wernicke [3] et Potier [4], je mesure le changement de phase par réflexion normale en envisageant la position des franges dans un spectre cannelé de lame mince, mais avec une disposition particulière indiquée par M. Otto Wiener [5] et qui permet, en outre, la mesure de l'épaisseur. Ce procédé a été utilisé par M. Wiener pour mesurer l'épaisseur de lames vitreuses; il est applicable à mes pellicules colorées, à condition de n'envisager que les radiations pour lesquelles elles se comportent comme des corps vitreux.

» On reçoit dans un spectroscope la lumière réfléchie normalement par une mince couche d'air comprise entre deux lames de verre; la pellicule colorée recouvre une moitié de la lame postérieure. Le spectre présente deux systèmes de franges superposées.

---

(1) *Comptes rendus,* t. LXXV (1872).

(2) *Philosophical Magazine,* t. VI, et *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XLVI.

(3) *Poggendorff's Annalen,* 6e série, t. IX.

(4) *Comptes rendus* (1889).

(5) *Wiedemann's Annalen,* t. XXXI (1887).

» Le premier est produit par la couche d'air comprise entre les deux lames de verre; la position de ces franges donne la distance D des deux lames. Le second système de franges est produit par l'interférence des rayons réfléchis, l'un sur la face postérieure de la première lame de verre, l'autre sur la pellicule colorée; si l'on n'envisage que les franges placées dans les radiations pour lesquelles cette pellicule se comporte comme un corps vitreux (rouge, violet et ultra-violet, dans le cas de la fuchsine), la position de ces franges donne l'épaisseur d de la seconde couche d'air. La différence $D - d$ est l'épaisseur de la pellicule.

» Connaissant l'épaisseur de la couche d'air d, je puis calculer la position qu'occuperaient les franges dans les autres parties du spectre si la réflexion était vitreuse; l'écart avec la position réelle donne, pour la radiation correspondante, le changement de phase par réflexion.

» 2° *Mesure de l'indice et du changement de phase par réfraction.* — Une pellicule colorée, d'épaisseur variant en biseau, est placée sur le trajet de l'un des faisceaux d'un réfractomètre interférentiel, après qu'on a mesuré, par la méthode précédente, l'épaisseur aux deux bords du biseau. On a ainsi, dans le réfractomètre, des franges tordues. Ce rapport entre la largeur sur laquelle s'étend une frange déformée à la largeur normale des franges permet de calculer le rapport des longueurs d'onde dans l'air et dans la pellicule.

» L'épaisseur minimum du biseau est rendue assez grande pour que le changement de phase par réfraction soit devenu indépendant de l'épaisseur.

» Pour des lames d'épaisseur moindre, connaissant l'indice du collodion coloré, le déplacement des franges dans le réfractomètre permettra de calculer le changement de phase par réfraction.

» 3° *Dispersion.* — Comme on a facilement l'indice du collodion incolore qui sert de support à la fuchsine, on a, par différence, l'indice de la fuchsine sous l'incidence normale. Ces mesures permettent donc une étude de la dispersion anormale.

» 4° *Pouvoir absorbant.* — Ayant l'épaisseur des pellicules colorées, il suffit, pour avoir le coefficient d'absorption, de mesurer l'affaiblissement de l'intensité du faisceau lumineux reçu dans un spectrophotomètre par l'interposition de ces pellicules.

» Je puis donc avoir, par un très petit nombre de mesures, tous les coefficients nécessaires pour l'étude de la dispersion, de l'absorption, de

la réflexion et de la réfraction métalliques. C'est ce travail que j'ai commencé et dont j'indiquerai bientôt les résultats. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau procédé pour différencier les taches d'arsenic de celles d'antimoine.* Note de M. **G. Denigès.**

« H. Rose a signalé depuis longtemps que l'acide arsénique se comporte comme l'acide phosphorique vis-à-vis d'une solution azotique de molybdate d'ammoniaque et l'on a utilisé cette réaction pour la recherche et aussi le dosage de l'acide arsénique ou des arséniates, mais on ne paraît pas l'avoir appliquée pour différencier, en toxicologie, les taches d'arsenic de celles d'antimoine.

» La production de cristaux d'arséniomolybdate d'ammoniaque est cependant très facile, et ce corps est suffisamment caractérisé par sa couleur d'un beau jaune, son insolubilité dans l'acide azotique et surtout son aspect au microscope, sous forme d'étoiles à branches triangulaires, généralement au nombre de six et disposées dans des plans rectangulaires selon les axes d'un cube. J'ai reconnu, de plus, que ces cristaux apparaissent d'une manière fort nette au microscope polarisant, quand l'analyseur et le polariseur sont à l'extinction.

» Il faut dire que le phosphomolybdate d'ammoniaque présente un aspect et des propriétés tout à fait identiques; mais, comme il n'existe et ne peut exister trace de produits phosphorés dans les taches d'arsenic ou d'antimoine fournies par l'appareil de Marsh, il est légitime de conclure à la présence de l'arsenic toutes les fois qu'on obtient des cristaux jaunes présentant les caractères indiqués plus haut, de la façon que je vais indiquer.

» Les taches suspectes, recueillies dans une petite capsule de porcelaine, sont additionnées de quelques gouttes d'acide azotique pur; elles se dissolvent instantanément, comme on sait, qu'elles soient formées d'arsenic ou d'antimoine. On fait chauffer pendant quelques instants, pour compléter l'oxydation, et l'on ajoute aussitôt à la solution chaude quatre ou cinq gouttes de molybdate d'ammoniaque en solution azotique; il se forme bientôt, même s'il y a des traces d'arsenic ($\frac{1}{50}$ et jusqu'à $\frac{1}{100}$ de milligramme), un précipité jaune, qu'on examinera au microscope pour constater les formes décrites plus haut et qu'on pourra également regarder au microscope polarisant.

» L'antimoine ne donne rien d'analogue avec le réactif molybdique.

» La réaction que je viens de signaler est celle qui me paraît la plus sensible et la plus caractéristique pour l'arsenic ; elle est si aisée à produire, qu'un élève inexpérimenté peut l'obtenir, et je la crois très applicable au dosage de quantités très faibles d'arsenic, ainsi que je compte le publier prochainement, dès que les expériences que j'ai entreprises sur ce point seront terminées.

» Le réactif molybdique que j'ai employé dans ces recherches est préparé comme il suit :

» Dissoudre à une douce chaleur 10gr de molybdate d'ammoniaque du commerce (heptamolybdate hexammonique) et 25gr d'azotate d'ammoniaque dans 100cc d'eau. Laisser refroidir et ajouter peu à peu, en agitant, 100cc d'acide azotique pur, de densité 1,20. Porter au bain-marie pendant dix minutes; laisser refroidir et abandonner le liquide à lui-même pendant quarante-huit heures. Au bout de ce temps, filtrer au papier lavé à l'acide azotique dilué, et conserver en flacons à l'émeri. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur un tissu épithélial fibrillaire des Annélides.* Note de M. Et. Jourdan, présentée par M. Ranvier.

« On rencontre souvent, chez les Invertébrés, des tissus qu'il est fort difficile de rapporter aux types classiques que nous sommes habitués à observer dans les organes des animaux supérieurs. Les Vers annelés me paraissent particulièrement remarquables à cet égard, et la couche épithéliale sous-cuticulaire présente souvent chez eux des apparences qui l'éloignent des épithéliums ordinaires. Dans mes recherches sur les élytres de quelques-uns de ces Vers, j'ai déjà décrit, au niveau de cette couche, des fibrilles que j'ai appelées *épidermiques* et que j'ai comparées aux fibres unitives de notre épithélium malpighien.

Dans le cours des observations que je poursuis actuellement sur les organes sensitifs des animaux de ce groupe, j'ai rencontré, dans la trompe des Annélides chélopodes de la famille des Glycères, une couche épithéliale représentée par des noyaux disposés irrégulièrement, suivant une seule assise sous-cuticulaire, et plongés au sein d'un stroma de petites fibres. Ces fibrilles présentent des aspects qui ne permettent pas de les confondre avec les autres élements anatomiques de ces Vers. Elles se distinguent facilement des fibres musculaires des gaines contractiles de la trompe : sur ce point toute confusion est impossible; l'hésitation ne saurait exister qu'entre

deux interprétations : fibrilles des faisceaux conjonctifs dissociés ou fibres nerveuses.

» J'ai recherché sur ces fibrilles les réactions classiques des fibres connectives, et mes conclusions sur ce point sont négatives. Il est impossible de confondre ces éléments avec ceux que l'on comprend en Histologie sous le nom de *tissu conjonctif*. L'aspect seul de ces fibrilles et leur situation immédiatement au-dessous d'une cuticule suffirait, d'ailleurs, pour nous confirmer dans cette opinion. La seule interprétation possible serait donc celle d'après laquelle il faudrait admettre que ces éléments sont nerveux. Cependant, *a priori*, il est difficile de supposer que ces fibrilles, si nombreuses et entrecroisées en couches serrées, sont toutes adaptées à ces fonctions. Sans doute, plusieurs vont se rendre aux papilles qui couvrent les téguments de la trompe, mais beaucoup courent sous la cuticule sans pénétrer dans les organes sensitifs de la surface; ces fibrilles paraissent former une trame indépendante portant dans ses mailles les noyaux non cuticulaires. L'ensemble de ces noyaux et de ces fibrilles correspond ainsi à un véritable épiderme réduit à une couche nucléaire et à un stroma fibrillaire.

» Nous savons, depuis les recherches de M. Ranvier, que le corps de Malpighi de l'homme et des animaux supérieurs présente une structure analogue, et que cette structure est comparable à celle de la névroglie.

» Le cas que nous venons d'étudier n'est, sans doute, pas exceptionnel et il est bien probable que le tissu décrit par Claparède, sous le nom de *tissu connectif stellaire*, dans les boucliers des Annélides tubicoles, appartient au même groupe. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Influence de l'acide acétique sur les échanges gazeux respiratoires*. Note de M. **Alfred Mallèvre**, présentée par M. A. Chauveau.

« L'acide acétique est un produit important de la fermentation de la cellulose dans le tube digestif des herbivores. De là l'intérêt particulier d'étudier quelle influence il exerce sur les échanges nutritifs.

» Des expériences de Weiske ont déjà montré qu'il est sans action sur la décomposition des matières azotées; reste à savoir comment il se comporte vis-à-vis des matières non azotées. Pour éclaircir ce point, il est nécessaire d'étudier l'influence de l'acide acétique sur les produits gazeux de la respiration : ce qui fait précisément l'objet de notre recherche.

» Les expériences ont été faites sur des lapins avec l'appareil à respiration de Züntz et Röhrig. La méthode consiste à utiliser un animal dont on rend les échanges nutritifs constants en excluant les mouvements volontaires par une injection de curare et en maintenant la température du corps toujours la même, grâce à son immersion dans un bain muni d'un thermo-régulateur. L'animal est trachéotomisé et la respiration artificielle très également entretenue.

» On dose alors les produits respiratoires (O, CO^2) de périodes consécutives durant chacune un quart d'heure. Une heure après, on commence à introduire goutte à goutte, dans le courant sanguin, une solution d'acétate de soude à 3 pour 100. L'injection dure une heure, pendant laquelle les animaux reçoivent de $0^{gr},923$ à $1^{gr},73$ de ce composé. Pendant l'injection et l'heure qui suit, on dose l'oxygène et l'acide carbonique comme dans la première période de l'expérience.

» Les résultats obtenus peuvent se résumer ainsi :

» *Dès le commencement* de l'injection, il se produit dans les échanges gazeux des variations qui cessent une demi-heure au plus après la fin de celle-ci, les échanges redevenant alors ce qu'ils étaient auparavant.

» 2° Avant l'injection, les quotients respiratoires $\left(\frac{CO^2}{O}\right)$ avaient des valeurs comprises entre 1,04 et 0,77 (suivant le temps écoulé depuis le dernier repas). Pendant l'injection, ces valeurs extrêmes descendaient à 0,86 et 0,69. Cet abaissement était à prévoir. L'oxydation de l'acétate de soude dans l'organisme peut être représentée par la formule

$$C^2H^3NaO^2 + 2O^2 = CO^2 + H^2O + CO^3HNa.$$

» Pendant que 4 volumes d'oxygène sont consommés, il se forme 2 volumes de CO^2. Le quotient respiratoire théorique de l'acétate de soude

$$\left(\frac{CO^2}{O}\right) = 0,5.$$

L'oxydation de l'acétate devait donc amener, comme il a été constaté, un abaissement dans les quotients respiratoires des animaux.

» 3° On ne trouve que des traces d'acides gras dans l'urine. En outre, chez les animaux à jeun depuis deux jours, l'urine est acide; pendant l'injection, elle devient alcaline (à cause du CO^3HNa éliminé), puis de nouveau acide. De même l'alcalinité du sang augmente de 50 pour 100. Ces faits et

ce qui a été dit des quotients respiratoires prouvent que la plus grande partie de l'acétate a été oxydée.

» En se servant des données de la calorimétrie sur les chaleurs de combustion des principaux éléments nutritifs non azotés (graisse, glucose), il est aisé d'établir par le calcul que, si toute l'énergie dégagée par l'acétate lors de son oxydation avait été un profit pour l'organisme, on n'aurait dû observer aucune augmentation dans la quantité d'oxygène consommée pendant l'injection. Par le même moyen, on trouve d'autre part que, si cette même énergie avait été dégagée en pure perte, la quantité d'oxygène consommé aurait dû s'élever de plus de 50 pour 100. Or, dans les expériences, *cette augmentation est de* 10 *à* 17 *pour* 100 (*en moyenne* 14) par rapport à la période précédant l'injection. On doit en conclure qu'*une partie de l'énergie de l'acétate, mais une partie seulement*, s'est dégagée au profit de l'organisme, c'est-à-dire a exercé une action d'épargne sur les autres éléments nutritifs non azotés. Ce fait est à noter. L'acide acétique paraît se distinguer par là d'autres substances nutritives. Küntz et Mering ont en effet montré que certains corps (glucose, acide lactique) introduits dans le courant sanguin comme l'acide acétique dans le cas de nos expériences, n'élèvent que d'une façon très minime la consommation de l'oxygène et par suite épargnent des quantités isodynames des composés organiques constituants du corps animal. Rubner parvint au même résultat par une autre méthode. On a vu que pour l'acide acétique il n'en était plus ainsi et qu'il ne peut se substituer isodynamiquement aux autres substances nutritives. Le fait n'est d'ailleurs pas isolé. D'après J. Munck, l'acide butyrique se comporte d'une façon analogue, élevant de 8 pour 100 la consommation de l'oxygène. Cette augmentation dans la quantité d'oxygène consommé ne s'explique qu'incomplètement, par l'accélération du pouls devenu en même temps plus énergique et la plus grande activité des mouvements péristaltiques de l'intestin pendant l'injection de l'acétate et du butyrate. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle méthode hémato-alcalimetrique et sur l'alcalinité comparée du sang des Vertébrés.* Note de M. **René Drouin**, présentée par M. A. Gautier.

« L'étude des variations de l'alcalinité du sérum sanguin présente un grand intérêt pour le physiologiste et pour le médecin. En effet, elle ne

paraît pas seulement de nature à éclairer certaines questions depuis longtemps controversées (telles que la fonction véritable du rein et la transformation acide qu'éprouvent les éléments du sang en traversant cet organe), elle semble encore devoir ouvrir de nouveaux aperçus sur certains sujets de Physiologie comparée, comme j'espère le montrer dès aujourd'hui. D'autre part, elle peut seule fournir des données précises sur plusieurs points importants de l'hygiène alimentaire, sur la pathogénie encore hypothétique d'un grand nombre de maladies et sur leur traitement.

» Les quelques résultats obtenus dans cette étude par un trop petit nombre d'auteurs (¹) sont d'ailleurs bien faits pour en montrer à la fois tout l'intérêt et toute la difficulté. Je viens de la reprendre à l'aide d'une méthode nouvelle, tout à la fois très exacte et véritablement clinique, et je compte multiplier mes observations autant qu'il sera nécessaire pour en déduire au moins quelques-unes des importantes conclusions que le sujet comporte.

» Je suis parvenu, grâce à certaines précautions qu'il serait trop long de rapporter ici, à effectuer sur $1^{cc},5$ de sérum (quantité que l'on obtient facilement chez l'homme, par la simple piqûre du bout du doigt), les trois opérations suivantes :

» 1° *Hémato-alcalimétrie.* — $0^{cc},5$ de sérum étant chauffé avec 1^{cc} de H^2O et une goutte d'une solution alcoolique de phénolphtaléïne, j'en détermine le titre alcalimétrique à $\frac{1}{50}$ de milligramme près, à l'aide d'une solution de SO^4H^2 au millième, renfermée dans une petite burette compte-gouttes.

» 2° *Hémato-acidimétrie.* — La réaction alcaline du sérum est due en réalité à des sels non saturés : carbonate acide de soude, phosphate bisodique, urate acide de soude, etc., et il contient, en outre, de l'acide carbonique libre. $0^{cc},5$ de sérum étant traité, dans un tube bouché, par une quantité de NaOH plus que suffisante pour neutraliser toutes les acidités libres, puis par une quantité de $BaCl^2$ plus que suffisante pour précipiter tous les carbonates, phosphates et urates, je filtre rapidement et, sur une portion aliquote du filtratum, j'opère un dosage alcalimétrique : la quantité de NaOH disparue mesure l'acidité réelle du sérum.

» 3° *Dosage de l'eau.* — J'opère sur $0^{cc},5$ de sérum. Outre l'intérêt qu'il présente par lui-même, le résultat de ce dosage me permet de rapporter à 1^{gr} de résidu sec le résultat des deux opérations précédentes.

» Au début de mon travail, j'ai vérifié l'exactitude et la sensibilité de ma méthode, en opérant sur des animaux. C'est ainsi que j'ai opéré sur un assez grand nombre d'individus pour pouvoir établir une moyenne de l'al-

---

(¹) Lassar, 1874; Lépine et Canard, 1878; Landois, 1885; Jakcsh, 1888; etc.

calinité normale du sérum dans seize espèces différentes. Ce sont ces moyennes que je résume dans le Tableau suivant :

Alcalinité (exprimée en SO^4H^2 correspondant) pour 1gr de résidu sec.

Espèce	Alcalinité (gr)	Classe	
Anguille	Traces non dosables	Poissons [1]	
Carpe	Traces non dosables	Poissons [1]	
Lézard ocellé	0,005 430	Reptiles	Ophidiens
Couleuvre à collier	0,006 340	Reptiles	Sauriens
Grenouille	0,007472	Batraciens	
Chien	0,008 109	Mammifères	
Homme	0,009 244	Mammifères	
Cobaye	0,009 941	Mammifères	
Cheval	0,010 378	Mammifères	
Veau	0,010 423	Mammifères	
Mouton	0,012 664	Mammifères	
Bœuf	0,013 777	Mammifères	
Canard	0,015 166	Oiseaux	
Poule	0,015 733	Oiseaux	
Tortue grecque	0,016 318	Reptile (Chélonien)	

» Ce ne sont assurément là que des chiffres approchés et sur lesquels je suis tout disposé à faire quelques réserves. Quoi qu'il en soit, on peut remarquer que ces différentes espèces de Vertébrés, ainsi énumérées d'après l'ordre de l'alcalinité croissante du sérum sanguin, *se trouvent groupées en classes suivant leurs affinités zoologiques;* et que l'ordre dans lequel ces classes se succèdent est précisément *celui dans lequel augmente l'activité des combustions respiratoires,* comme si l'alcalinité du milieu (ainsi que la Chimie pure nous en fournit de nombreux exemples) favorisait ici l'intensité des oxydations intérieures.

» Il va sans dire que, si cette règle se confirme, elle ne devra jamais être entendue que d'une manière assez générale. Nous pouvons dès aujourd'hui citer deux exceptions intéressantes : la Tortue (Reptile pourvu d'une énorme carapace osseuse), dont le sérum est plus alcalin que celui des Oiseaux, et le Lapin (Mammifère cependant herbivore) dont la moyenne est au-dessous de celle de la Grenouille [2]. »

---

(1) Les observations de MM. Rabuteau et F. Papillon (*Comptes rendus*, t. LXXVII) montrent que, chez les poissons de mer (Raie, Torpille, Squale bouclé), l'alcalinité des humeurs est aussi toujours très faible, souvent nulle.

(2) Lassar (*Pflüger's Archiv*, 1874) avait déjà observé que le sang du Lapin était moins alcalin que celui du Chien et celui du Chat.

ZOOLOGIE. — *Sur la structure des centres nerveux du Limule* (Limulus polyphemus). Note de M. H. VIALLANES, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les recherches de M. A. Milne-Edwards nous ont fait connaître avec beaucoup d'exactitude l'organisation générale du système nerveux du Limule. Mais nous n'avons encore aucun renseignement de quelque précision sur la structure intime de ce système. C'est une lacune que je me suis proposé de combler. Ayant pu me procurer quelques Limules vivants [1], j'ai étudié avec soin l'ensemble de leur chaîne nerveuse. Mais aujourd'hui je parlerai seulement de la région céphalothoracique de celle-ci, la région abdominale offrant beaucoup moins d'intérêt.

» Ainsi qu'on le sait, dans le céphalothorax, le système nerveux forme autour de l'œsophage une sorte de collier. La partie antérieure ou pré-œsophagienne de celui-ci constitue un renflement connu sous le nom de *cerveau*, lequel donne naissance au nerf ocellaire, au nerf de l'œil composé, au nerf chélicère, au nerf stomatogastrique. Les parties latérales du collier nerveux donnent naissance aux nerfs des cinq paires de pattes-mâchoires. La partie postérieure du collier qui, par deux connectifs, s'unit à la portion abdominale de la chaîne nerveuse, innerve la fausse patte thoracique, réduite à un seul article épineux, et l'opercule branchial. Pour terminer cette description sommaire du collier nerveux, ajoutons qu'en arrière de l'œsophage il est traversé par une série de commissures dont le nombre semble sujet à des variations individuelles.

» Tels sont, très brièvement résumés, les faits actuellement connus touchant l'organisation du collier céphalothoracique; j'ai pu, grâce à l'emploi des procédés modernes de l'Anatomie microscopique, ajouter beaucoup à nos connaissances, et je me permets d'attirer l'attention de l'Académie sur les résultats que j'ai ainsi obtenus.

» *Structure du cerveau.* — Le cerveau se compose de deux paires de centres ganglionnaires. La première est essentiellement constituée comme le *protocérébron* des autres Arthropodes et doit être désignée sous ce nom. Quant à la seconde, quelques doutes pouvant encore subsister sur ses

---

[1] M. A. Milne-Edwards a bien voulu mettre à ma disposition quelques-uns de ces animaux; je dois aussi quelques Limules à la Société scientifique d'Arcachon, qui m'accorde dans ses laboratoires la plus généreuse hospitalité.

homologies, je la désignerai provisoirement sous le nom de *cerveau postérieur*.

» *Protocérébron*. — Il se compose d'une paire de nodules fibreux ou lobes protocérébraux relativement petits, réunis sur la ligne médiane par une commissure *pré-œsophagienne*. Les lobes protocérébraux sont partiellement revêtus d'une écorce de grandes cellules unipolaires; et chacun d'eux donne naissance au nerf ([1]) de l'ocelle correspondant.

» Quant au nerf de l'œil composé, il s'unit au lobe protocérébral correspondant, non pas directement, mais par l'intermédiaire d'une formation comparable dans ses traits essentiels au lobe optique des Insectes et des Crustacés, car on y reconnaît les homologues de la lame ganglionnaire, du chiasma externe, des masses médullaires externe et interne; mais chez le Limule ce lobe optique est très petit relativement et enfoui au sein de la masse du cerveau, au lieu d'être écarté de celui-ci et en contact immédiat avec l'œil composé. Chez le Limule, le nerf optique est donc constitué par des fibres postrétiniennes étirées à l'extrême.

» A chacun des lobes protocérébraux est annexé un organe qui, en raison de ses rapports anatomiques et de sa structure histologique, doit être assimilé au *corps pédonculé* des Insectes.

» Le corps pédonculé du Limule a une forme arborescente. L'extrémité inférieure de sa tige s'enfonce dans le lobe protocérébral correspondant, l'extrémité supérieure de celle-ci se divise dichotomiquement en un grand nombre de rameaux. Ces derniers, qui se terminent par des extrémités tronquées, sont entièrement revêtus par une épaisse écorce de petites cellules très pauvres en protoplasma, très fortement colorables par les teintures, émettant de très fines fibrilles, en un mot rigoureusement semblables aux éléments qui forment le revêtement cellulaire du corps pédonculé des Insectes.

» Le corps pédonculé atteint chez le Limule un développement extraordinaire, plus grand que chez aucun Arthropode connu, car il forme à lui seul certainement au moins les $\frac{99}{100}$ de la masse totale du cerveau. Ce fait est d'autant plus remarquable que jusqu'à présent, et non sans motifs sérieux, on s'accordait à considérer le développement du corps pédonculé comme corrélatif à celui des facultés mentales.

» *Cerveau postérieur*. — Il se compose d'une paire de masses nerveuses

---

([1]) Les deux nerfs ocellaires au sortir du cerveau s'accolent pour former un tronc nerveux médian.

situées en arrière des lobes protocérébraux. Elles donnent naissance aux nerfs des chélicères, et sont réunies l'une à l'autre par une commissure transverse *pré-œsophagienne*. Celle-ci est revêtue d'une gaine fibreuse propre très résistante et peut être reconnue même par une simple dissection, mais elle avait jusqu'à présent échappé aux recherches des anatomistes. Il est donc hors de doute que les chélicères sont innervés par des centres ganglionnaires *pré-œsophagiens* dans toutes leurs parties.

» *Parties latérales du collier nerveux*. — Elles sont constituées par les cinq paires de centres ganglionnaires innervant les cinq paires de pattes-mâchoires. Quant aux commissures transverses *post-œsophagiennes*, si l'on tient compte non point des apparences (car elles ont une tendance à se dissocier variable avec les individus), mais seulement de l'origine réelle de leurs fibres, on constate qu'elles sont au nombre de cinq. Chacune d'elles correspond à l'une des cinq paires de centres ganglionnaires que nous venons de mentionner.

» *Partie postérieure du collier nerveux*. — Elle est formée par la soudure très intime, mais pourtant facile à reconnaître sur des coupes, de deux paires de centres ganglionnaires; la première innervant la fausse patte thoracique, la seconde innervant l'opercule.

» Les faits que je viens d'exposer me paraissent avoir une importance réelle; de plus, ils sont de nature à nous permettre d'apprécier les affinités zoologiques des Limules. Ce sont là des considérations théoriques qui trouveront mieux leur place dans le travail *in extenso* que je prépare en ce moment. »

ZOOOLGIE. — *Sur les differences extérieures que peuvent présenter les* Nematobothrium, *à propos d'une espèce nouvelle* (N. Guernei). Note de M. **R. Moniez.**

« Pendant les mois de juillet et d'août 1888, au cours de la quatrième campagne scientifique du yacht *l'Hirondelle*, 53 Germons (*Thynnus alalonga*) ont été pris à la ligne, jusque vers 600 lieues dans l'ouest et le sud-ouest de l'Europe ([1]). Ces poissons, soigneusement examinés dès leur entrée à bord, au point de vue de la recherche des parasites, ont fourni,

([1]) Prince Albert de Monaco, *Sur l'alimentation des naufragés en pleine mer* (*Comptes rendus*, 17 décembre 1888).

entre autres types, un *Nematobothrium* nouveau ([1]). Ce Trématode, dont S. A. le Prince Albert Ier de Monaco a bien voulu me confier l'étude, se trouvait en grand nombre, engagé tantôt par une extrémité seulement, tantôt par les deux à la fois, dans les muscles du maxillaire inférieur; le reste du corps était libre. Chaque individu, long de $0^m,3$ à $0^m,5$ est isolé : tous ceux que j'ai examinés avaient à peu près les mêmes dimensions et le même degré de développement sexuel.

» La structure de ce parasite est fort curieuse : à première vue, on peut hésiter à le déterminer comme un Nématode ou comme un Cestode; il a le corps allongé de ces animaux, les stries qui revêtent la cuticule peuvent être prises pour la trace d'anneaux rudimentaires, ou rappeler celles qui ornent certains Nématodes; les coupes ne font pas écarter *a priori* l'une ou l'autre de ces manières de voir, soit que l'on envisage les caractères des œufs et la disposition des tubes qui les contiennent, soit que l'on considère l'apparence des tissus, etc. Le corps est, suivant les points, tantôt rond et tantôt aplati, ce qui est dû au peu de résistance des tissus; un large tube, s'ouvrant à l'extrémité postérieure et s'étendant d'un bout à l'autre du corps, peut être regardé comme s'abouchant, à l'autre extrémité, avec l'ouverture antérieure; la nature de ses parois peut faire songer au tube digestif d'un Nématode. Bref, il faut une étude attentive pour voir qu'il s'agit bien d'un Trématode, à la vérité d'un Trématode aberrant.

» A la partie antérieure du corps, et au point occupé d'ordinaire par la bouche, se trouvent les deux orifices génitaux, très distincts l'un de l'autre et superposés, comme c'est le cas chez beaucoup de Cestodes; l'appareil mâle est formé d'une poche péniale, prolongée par un spermiducte qui se partage en deux immenses tubes testiculaires; de l'orifice vaginal, part un oviducte extrêmement long, replié plusieurs fois dans toute la longueur du corps : il se prolonge en un ovaire qui présente la même particularité.

» A l'extrémité postérieure, tirant un peu sur l'une des faces aplaties du corps, se voit l'orifice de l'appareil aquifère, qui se prolonge en un tube aux parois épaisses, très large, et s'étendant, sans présenter aucune ramification, jusqu'à la partie antérieure du corps.

» Il ne nous a pas été possible de découvrir, chez notre parasite, d'autre organe que ceux que nous venons d'indiquer; nous n'avons pu jusqu'ici, notamment, lui trouver de système nerveux central : de très

---

([1]) Dédié à mon ami Jules de Guerne, chargé des travaux zoologiques à bord de l'*Hirondelle*.

grosses cellules nerveuses, comme nous en avons déjà signalé chez les Trématodes, sont, au contraire, fréquentes dans les tissus.

» Le même animal a été pris dans un autre Germon, dans des conditions particulièrement intéressantes : trois individus se trouvaient, cette fois, dans l'intestin; deux d'entre eux étaient entièrement libres, mesurant l'un 3^{cm}, l'autre 6^{cm}, le troisième était libre dans presque toute sa longueur, sauf vers son milieu, sur une étendue de $\frac{3}{4}$ de centimètre où il était engagé dans une sorte d'anse de la muqueuse. Cette observation montre que, dans le tube digestif, si l'animal pénètre d'abord dans les tissus comme il le fait au maxillaire, il peut se dégager, ou tout au moins devenir presque complètement indépendant. Ce dernier individu mesurait 15^{cm} de longueur, mais il était malheureusement brisé aux deux extrémités. Chez ces *Nematobothrium* de l'intestin, l'ovaire, au lieu de se replier quatre ou cinq fois dans toute l'étendue du corps, s'étend simplement d'un bout à l'autre, présentant seulement de fortes ondulations, qui doivent même disparaître quand l'animal n'est pas contracté.

» Enfin, sur les branchies d'autres Germons encore, se trouvaient des kystes tantôt sphériques et du volume d'un pois, tantôt présentant la forme et le volume d'une petite fève; quelques-uns, de taille variable, étaient fusiformes. Tous les kystes renfermaient deux individus, à région antérieure très grêle, fortement renflés dans le reste du corps et de dimensions à peu près égales. Chez ces spécimens, les caractères tirés de l'appareil génital et des tissus correspondent parfaitement à ceux que présentent les parasites du maxillaire ou de l'intestin (sauf, bien entendu, les changements dans la disposition du tube femelle, imposés par la forme du kyste); la concordance est telle, que nous devons admettre que tous ces parasites, si différents par l'aspect extérieur, appartiennent pourtant à la même espèce, et que leur polymorphisme est dû à la gêne plus ou moins grande que subit leur développement, suivant le point où les embryons se sont fixés.

» Le rapprochement des individus de forme allongée, avec le type fort incomplètement décrit par P.-J. van Beneden sous le nom de *Nematobothrium* s'impose, d'autant que les embryons de ces animaux se ressemblent parfaitement; mais, dans notre espèce, ces individus sont isolés et non réunis par paires comme les *Nematobothrium* : ceci peut n'être qu'un caractère spécifique, paraissant dû à ce qu'ils ont une extrémité libre, ce qui permet la fécondation; les *Nematobothrium* vus par van Beneden ou par d'autres auteurs anciens, au contraire, sont enkystés.

» Les individus totalement enkystés sur les branchies et associés par paires appartiennent donc, pour nous, à la même espèce que les individus isolés du maxillaire ou de l'intestin des Germons; on peut se demander, toutefois, si ces deux types n'auraient pas une signification différente et s'il n'y a pas entre eux une alternance de générations.

» Taschenberg a réuni sous le nom de *Didymozoon* un certain nombre de parasites de poissons, qui vivent enkystés par paires : les *D. thynni* et *pelamydis* ont la plus grande ressemblance extérieure avec deux des formes enkystées indiquées plus haut. C'est par suite de l'enkystement par paires, uniquement, que l'auteur allemand rapproche le *Nematobothrium* du genre *Didymozoon* : on voit que ce rapprochement est maintenant justifié. Les *Didymozoon* se présentent avec les caractères extérieurs des parasites observés par nous sur les branchies des Germons; leur structure paraît être la même, et les brefs dessins et descriptions de Taschenberg sont faciles à interpréter, en concordance avec ce que nous avons observé, si l'on tient compte des différences qui peuvent se rencontrer dans des espèces distinctes. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Le système nerveux entérocœlien des Échinodermes.* Note de M. L. **Cuénot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le système nerveux des Échinodermes, qui a été le sujet de nombreux travaux, est cependant loin d'être connu complètement. On sait que, chez ces animaux, il existe autour de la bouche un anneau nerveux, primitivement logé dans l'épithélium ectodermique de cette région : il ne conserve ses connexions primitives que chez les Crinoïdes et les Astérides; dans tous les autres groupes, il se sépare plus ou moins complètement de l'œsophage. De cet anneau partent cinq rubans radiaux, également d'origine ectodermique : le tout forme le système nerveux *ambulacraire* ou *superficiel*.

» Sur la face interne de ces centres nerveux, se trouve un système *profond*, séparé du premier par une mince cloison conjonctive et baigné librement par le liquide des sinus schizocœliques. Son développement est très variable : la couche profonde existe le long des cinq rubans radiaux, chez les Synaptes et les Holothuries (Semper, Teuscher, Semon, Hamann, Hérouard); à l'origine seulement de ces rubans, chez les Oursins gnathostomes (ces amas nerveux sont chargés d'innerver les muscles de la lan-

terne); enfin tout le long des rubans et de l'anneau oral, chez les Ophiures et Astérides, où on les connaît surtout sous le nom d'*amas de Lange* (Lange, Jickeli, Hamann).

» Outre ces deux systèmes nerveux, spéciaux à la face orale ou ambulacraire du corps, il en existe souvent un troisième, d'origine absolument différente et placé à la face aborale ou antiambulacraire. Je vais le décrire d'abord chez les Astérides.

» Chaque bras est parcouru, du côté aboral, par un fort cordon musculaire, émettant des rameaux dans tous les sens, et fonctionnant surtout comme antagoniste des muscles qui unissent les pièces ambulacraires. Tous ces cordons musculaires convergent vers le centre aboral, en dessinant ainsi une étoile à cinq branches. Lorsqu'on fait une coupe de la paroi du corps, dans les régions précitées, on constate que les bandes musculaires sont tout à fait à la face interne de cette paroi; elles sont recouvertes par une couche assez épaisse (40μ environ chez *Asterias glacialis*), formée par un centre nerveux et l'épithélium péritonéal. La partie nerveuse est constituée par des fibrilles dirigées dans le même sens que les muscles et renfermant une quantité assez considérable de cellules nerveuses; les cellules de l'épithélium péritonéal, alignées les unes à côté des autres en une couche unique bien régulière, se prolongent chacune en un filament grêle qui traverse perpendiculairement la couche fibrillaire, pour aller s'attacher au tissu conjonctif sous-jacent. La constitution histologique de cette couche nerveuse est donc *identique* à celle du système nerveux ambulacraire, à cela près que les cellules ectodermiques de ce dernier sont remplacées par les cellules entérocœliennes. En somme, ce système nerveux péritonéal forme ainsi une sorte d'étoile à cinq branches ramifiées, dont l'orientation et le trajet sont calqués sur ceux des faisceaux musculaires. Lorsque, dans une coupe de la paroi du corps, on rencontre des faisceaux musculaires péritonéaux, on peut être certain de trouver au-dessus une couche nerveuse, courant entre les filaments de l'épithélium entérocœlien; sur les bords des faisceaux, les fibrilles nerveuses diminuent peu à peu, et l'épithélium de revêtement se continue sans ligne de démarcation avec les cellules pavimenteuses qui recouvrent toute la face interne du cœlome. De place en place, on voit nettement se détacher des paquets de fibrilles qui traversent la mince lame conjonctive sous-jacente, pour aller s'enfoncer entre les fibres musculaires.

» J'ai reconnu le système nerveux entérocœlien chez tous les types que

j'ai étudiés (*Asterias glacialis* et *tenuispina*, *Echinaster sepositus*, *Astropecten aurantiacus*); c'est la première espèce qui m'a fourni les préparations les plus démonstratives. Je n'ai pu déceler aucune communication entre ce centre et le plexus superficiel intraépithélial, courant entre les cellules ectodermiques de la paroi externe du corps.

» Ce nouveau système nerveux rappelle singulièrement celui qui est si développé chez les Crinoïdes : si l'on fait une coupe transverse d'un bras d'Astérie ou d'un bras d'*Antedon*, on retrouve exactement les mêmes éléments; en commençant par la face orale : 1° bande nerveuse ectodermique, continue avec l'épithélium des ambulacres, et chez les Astéries, également avec le revêtement ectodermique du corps; 2° sinus schizocœle radial, très développé chez l'Astérie, plus réduit, mais d'existence indiscutable chez les Néocrinoïdes (*Antedon*, *Actinometra*, *Pentacrinus*); 3° le canal ambulacraire radial; 4° une vaste cavité, prolongement du cœlome du disque, simple chez les Astéries, divisée par des septums en trois cavités chez les Crinoïdes; 5° la paroi aborale du corps renfermant des faisceaux musculaires et des cordons nerveux, très développés chez les Crinoïdes. On sait d'ailleurs que les nerfs axiaux des Crinoïdes sont d'origine entérocœlienne; ils apparaissent tout d'abord au contact de l'épithélium cœlomique, pour s'enfoncer plus tard dans les pièces calcaires sous-jacentes (H. Carpentier, Perrier).

» On retrouve ailleurs que chez les Astérides et les Crinoïdes un centre nerveux entérocœlien, situé à la face aborale du corps : l'anneau nerveux génital des Oursins, que M. Prouho a découvert chez *Echinus acutus* et *Strongylocentrotus lividus*, et que j'ai retrouvé chez l'*Arbacia pustulosa* et un Clypéastroïde, l'*Echinodiscus biforis*, doit rentrer dans la même catégorie. Chez les Ophiures, on trouve de même, dans l'anneau aboral qui va du sinus axial aux organes génitaux, un anneau nerveux exactement conformé comme celui des Oursins (espèces étudiées : *Ophiocoma scolopendrina*, *Ophioglypha lacertosa* et *albida*, *Ophiotrix fragilis*); je crois pouvoir affirmer qu'il communique en certains points avec les rameaux périphériques émis par le système nerveux ectodermique. Quoi qu'il en soit, l'anneau nerveux génital des Oursins et des Ophiures, comme les cordons aboraux des Crinoïdes et des Astérides, paraît bien être d'origine mésodermique, développé aux dépens de l'épithélium entérocœlien, exception des plus intéressantes au point de vue de l'organogénie générale des centres nerveux des Métazoaires.

» Le système nerveux entérocœlien de ces quatre groupes est-il passé

d'un type à l'autre, ou résulte-t-il de formations indépendantes? Quelle que soit l'hypothèse à laquelle on s'arrête, je pense avoir démontré que les cordons axiaux des Crinoïdes, qui ont si fort tourmenté les morphologistes, ne sont plus une formation isolée chez les Échinodermes, et qu'on retrouve des systèmes analogues, sinon homologues, chez les Oursins, les Ophiures et les Astérides. Les Synaptes et les Holothuries ne m'ont pas montré trace d'un centre nerveux aboral. »

ZOOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la locomotion des Arthropodes.* Note de M. **Jean Demoor**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La mécanique des Arthropodes est restée obscure jusqu'à présent. Les travaux de P. Bert, Graber, Carlet, sur la marche des Insectes, n'examinent que la formation du *pas simple* et n'expliquent nullement la théorie de la production du *pas double*. L'observation des oscillations du corps et des déplacements du centre de gravité a été complètement négligée. La locomotion des Crustacés, et en particulier le déplacement latéral de certains d'entre eux, est restée inexpliquée.

» J'ai fait l'étude expérimentale de la marche dans ces différentes classes d'animaux. Les résultats que j'ai obtenus peuvent se résumer comme suit :

» 1° La *marche* est un mode de progression qui se rencontre dans les groupes suivants : Crustacés, Arachnides, Insectes;

» 2° Le système mécanique hexapode des Insectes est celui du double trépied à mouvements alternatifs. Chaque trépied est formé par les pattes antérieure et postérieure d'un côté et la patte moyenne du côté opposé. Les différents membres ont des fonctions spéciales : l'antérieur est un levier de traction, le postérieur un levier de poussée, le moyen un levier d'appui. Les oscillations réactionnelles du corps se font dans trois plans : plan horizontal, plan vertical antéro-postérieur, plan vertical transversal. La progression terrestre des Insectes marcheurs est *toujours* une marche, au sens physiologique du mot.

» 3° Les Arachnides (Scorpions) sont octopodes. Les quatre leviers moyens, essentiellement sustentatifs, déterminent sur le sol une base d'appui de forme triangulaire. Les pattes antérieures sont tractives, les postérieures sont pulsives. Le premier et le dernier membre d'un même côté agissent simultanément, les efforts actifs pour la progression se développant toujours dans la moitié du corps à laquelle correspond la base du

triangle d'appui. Le système de ces animaux peut être nommé : système du triangle de sustentation unique et variable, avec leviers actifs indépendants.

» 4° Chez les Crustacés on trouve des espèces à marche postéro-antérieure et des formes à marche latérale. Les premières présentent des locomotions (hexapode ou octopode) entièrement semblables à celles des Insectes et des Arachnides. Les secondes ont des membres qui sont indifféremment des agents de traction ou des moyens de propulsion. Aucune différentiation anatomique, aucune constance fonctionnelle ne caractérise ces différents appendices; le système mécanique est octopode. Il n'y a aucune régularité dans l'alternance des membres d'un même côté. Pour les pattes de même ordre, les levées et les foulées sont alternatives avec un temps d'appui commun.

» 5° Chez tous les Arthropodes *marcheurs* que j'ai examinés, le centre de gravité sort de la base de sustentation à chaque pas. La définition générale de la marche s'applique ainsi à la locomotion de ces organismes.

» 6° Sauf de très légères différences, les organes du mouvement sont les mêmes chez les Crustacés à déplacement latéral et chez les Crustacés à progression directe. Il y a un rapport de causalité entre la marche latérale des Crustacés, la forme globuleuse, les pattes insérées loin de l'axe et la morphologie générale de ces êtres. La physiologie de la motilité des Crabes confirme les données théoriques, exigeant chez les Arthropodes une insertion médiane et une horizontalité fonctionnelle des membres, nécessitant chez les Vertébrés une attache latérale et une verticalité relative des leviers homologues.

» 7° La patte du Crustacé est défectueuse pour la marche, à cause de la présence nécessaire de l'articulation du carpopodite avec l'ischiopodite. Cette arthrose est indispensable pour produire l'horizontalité fonctionnelle de la patte qui, chez les Hexapodes et les Octopodes, dérive de la structure générale des articles et de la combinaison des jeux articulaires.

» 8° La marche octopode des Scorpions est moins parfaite que la progression hexapode.

» 9° La locomotion des Insectes est d'une haute perfection mécanique [1]. »

---

[1] Ces recherches, commencées à l'Université de Bruxelles (laboratoire de M. Yseux), ont été continuées dans les stations maritimes de Roscoff et de Banyuls-sur-Mer.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influences comparées de la lumière et de la pesanteur sur la tige des Mousses* ([1]). Note de M. **Eugène Bastit**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que la pesanteur exerce sur les tiges des végétaux phanérogames une action directrice prépondérante. L'action de la lumière, non plus que celle de la pesanteur, n'ayant jamais été observées sur la tige des Mousses, je me suis proposé de rechercher si, en ce qui concerne le géotropisme et l'héliotropisme, ces végétaux rentrent dans le cas général.

» Je résume dans cette Note les résultats que j'ai obtenus à la suite de nombreuses expériences, réalisées de mai 1889 à mai 1890, sur des Mousses cultivées parallèlement dans l'air et dans l'eau. Ces expériences peuvent être ramenées à quatre séries : 1° cultures à l'obscurité permettant d'apprécier l'action isolée de la pesanteur; 2° cultures dans un récipient éclairé seulement par le haut, donnant la résultante des actions géotropique et lumineuse dirigées dans le même sens; 3° cultures dans un récipient éclairé seulement par le bas, laissant observer la résultante des mêmes influences dirigées en sens contraire; 4° cultures dans les conditions naturelles d'éclairage.

» Les dispositifs employés étaient très simples :

» Pour les cultures dans l'eau, l'appareil consistait en une éprouvette en verre, remplie d'eau. Un individu complet de *Polytrichum juniperinum*, dont les parties souterraines avaient été préalablement mises à nu, était plongé dans l'eau et maintenu au milieu du liquide. Dans la position naturelle ou dans la position renversée, par un fil attaché à un flotteur en liège, dans la première série d'expériences, un manchon opaque enveloppait complètement l'éprouvette; dans les deux séries suivantes, le manchon était percé à l'une ou à l'autre de ses deux extrémités. L'eau était renouvelée deux fois par jour pour éviter le développement des Algues.

» Pour les cultures dans l'air, les touffes de *Polytrichum* étaient placées sur un filet de corde suspendu à l'intérieur d'un tuyau en terre cuite. La tige souterraine avait été préalablement mise à nu, seulement du côté qui regardait la source lumineuse, et les touffes étaient disposées dans leur position naturelle et dans la position renversée. Deux ouvertures, pratiquées sur les parois latérales de chaque tuyau et fermées par des tampons de coton, permettaient de maintenir constamment l'équilibre

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire des recherches botaniques de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. le professeur Gaston Bonnier.

entre la pression intérieure et celle de l'atmosphère. La lumière arrivait, au moyen d'un système de miroirs, par l'une ou par l'autre des extrémités du cylindre maintenu verticalement ou suspendu.

» Au bout de trois mois, j'ai pu faire sur chaque culture les observations qui suivent :

» 1° *Cultures à l'obscurité.* — Dans la position naturelle ou dans la position renversée, dans l'air et dans l'eau, toutes les anciennes tiges feuillées ont péri. De la tige souterraine on voit sortir de nombreuses pousses nouvelles, blanches et grêles, allongées dans toutes les directions, au-dessus du plan horizontal qui passe par leur point d'origine et faisant avec ce plan un angle très faible. Or, dans cette première série d'expériences, les tiges ont été soustraites à l'influence de la lumière et, par suite, la pesanteur a seule agi sur leur direction. On voit donc que, dans la tige des Mousses, le pouvoir géotropique est négatif, comme dans la généralité des tiges, mais qu'il est presque insensible. C'est cette faiblesse du pouvoir géotropique qui, dans la nature, maintient couchées la tige et les pousses souterraines et ne leur permet de s'élever que faiblement vers la surface du sol.

» 2° *Cultures dans des récipients éclairés seulement par le haut.* — Toutes les anciennes tiges feuillées ont, comme dans la série précédente, bruni et péri dans l'eau; celles qui, dans l'air, avaient conservé leur position naturelle, ont seules persisté à vivre. De la tige souterraine partent des pousses nouvelles droites et verticales, toutes supérieures à leurs points d'origine respectifs. Les plus âgées sont terminées par un bouquet de feuilles vertes, les autres par un sommet végétatif aigu et pâle. Or, d'après les résultats obtenus dans la première série, on sait que le géotropisme ne tendrait que faiblement à diriger de bas en haut la croissance des tiges. L'action lumineuse s'est donc ajoutée ici à l'action de la pesanteur pour provoquer sur les pousses nouvelles une croissance verticale de bas en haut.

» Cette deuxième série d'expériences est souvent réalisée par la nature sur les Mousses qui se développent au fond des dépressions du sol et ne reçoivent la lumière que supérieurement.

» 3° *Cultures dans des récipients éclairés seulement par le bas.* — Dans l'eau, les tiges anciennes meurent toujours; dans l'air, il ne subsiste que les tiges tournées vers la lumière et, par suite, renversées par rapport à leur position naturelle.

» Des tiges nouvelles, semblables à celles de la deuxième série, naissent du rhizome et s'élancent verticalement de haut en bas. Quelques-unes qui,

avant l'expérience, s'étaient dans l'air développées de bas en haut, se sont dans l'eau recourbées et ensuite développées de haut en bas, simulant autant de crochets.

» Or, le pouvoir géotropique négatif tend à diriger de bas en haut la croissance des tiges. Comme elles sont dirigées vers le bas dans cette troisième série, il faut en conclure d'abord que le pouvoir géotropique et le pouvoir héliotropique y sont directement opposés, ensuite que la résultante de ces deux influences, étant dirigée dans le sens de la plus grande, l'action de la lumière est plus énergique que celle de la pesanteur.

» La nature reproduit parfois les conditions de cette troisième série d'expériences; c'est ainsi que les Mousses qui se développent sur les plafonds des grottes ou des cavernes et ne reçoivent qu'inférieurement la lumière dirigent leurs tiges de haut en bas.

» 4° *Cultures dans les conditions naturelles d'éclairement.* — Dans l'eau, les tiges nouvelles se sont développées au-dessus de leur point d'origine et portent des feuilles vertes, pâles et réduites. Dans l'air, l'expérience est réalisée par la nature elle-même, et l'on sait que les tiges s'élèvent au-dessus du sol.

» D'après ce qui précède, le pouvoir héliotropique étant toujours prépondérant, on peut énoncer cette proposition que, dans les conditions naturelles d'habitat, les Mousses inclinent leurs tiges vers le midi dans le plan méridien, c'est-à-dire vers la position moyenne du Soleil. C'est ce que confirme l'observation partout où la lumière solaire n'est pas interceptée par le feuillage des arbres ou par quelque autre obstacle.

» On peut résumer, par les conclusions suivantes, les résultats de ces expériences de Physiologie expérimentale :

» *Dans l'air ou dans l'eau, l'influence héliotropique sur la croissance de la tige des Mousses surpasse l'influence du géotropisme, et la tige se dirige toujours vers la lumière, quelle que soit la position de la source lumineuse.* »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de laticifères chez les Fumariacées.* Note de M. L.-J. Léger, présentée par M. Duchartre.

« Les Fumariacées sont considérées comme dépourvues de tout appareil laticifère, et cette absence de vaisseaux propres est même comptée parmi les principaux caractères servant à différencier ces plantes de leurs proches voisines, les Papavéracées. Or certaines recherches nous per-

mettent d'affirmer que les Fumariacées renferment, elles aussi, des laticifères bien développés, constitués par des éléments souvent très différenciés et de nature variable.

» Contrairement à celui des Papavéracées, le latex des Fumariacées est limpide, dépourvu de globules et d'une belle couleur rouge-groseille; dans quelques espèces seulement, il devient jaune à l'âge adulte, sans cesser d'être limpide, *Fumaria capreolata* L.; *F. speciosa* Jord.

» Les éléments histologiques constituant l'appareil laticifère des Fumariacées revêtent divers aspects : sous la forme la plus simple, ce sont des cellules identiques à leurs voisines non laticifères, quant à la forme et aux dimensions, et ne s'en différenciant apparemment que par un contenu spécial. D'autres cellules laticifères sont plus allongées que les éléments du tissu où elles sont plongées, en même temps que d'un diamètre différent, souvent beaucoup plus restreint que celui de ces derniers éléments. Ces diverses cellules peuvent être isolées ou bien réunies, soit en petits groupes, soit en files longitudinales plus ou moins étendues; dans ce dernier cas, elles peuvent garder leur individualité et former des laticifères articulés ou résorber plus ou moins complètement leurs parois transversales.

» Une troisième forme comprend de véritables tubes, cylindriques ou prismatiques, rectilignes et pourvus de parois propres. Ces tubes ne montrent aucune trace de cloisons transversales et ne sont jamais ramifiés. Il ne nous a pas encore été possible de reconnaître s'ils ont une origine spéciale ou s'ils dérivent des précédents laticifères articulés par une disparition complète des parois transversales. Chez certaines espèces, quelques-uns de ces divers éléments laticifères subissent, dans l'âge adulte, un épaississement notable de leurs parois (*Corydalis lutea* DC.; *C. nobilis* Pers.; *Fumaria officinalis* L., etc.) Chez le *C. lutea*, ces parois épaissies portent même de petites ornementations linéaires obliques.

» Il faut encore signaler l'aspect de méat qu'offrent, surtout dans les parenchymes corticaux, certains petits canaux laticifères; les plus gros parmi ceux-ci laissent encore distinguer assez facilement leur paroi propre, tandis que chez les plus petits cette constatation devient beaucoup plus difficile, et nous ne pouvons affirmer si cette paroi existe toujours. Comme pour les canaux laticifères précédents, de nouvelles observations sont nécessaires pour fixer la valeur histologique de ces laticifères d'aspect particulier. Nous ne pouvons actuellement indiquer s'ils sont, dès l'origine, des éléments complets ou bien ne sont que de simples méats, à la périphérie desquels se dépose ultérieurement une paroi propre.

» Les noyaux cellulaires se distinguent souvent fort bien dans les cellules laticifères, qu'elles soient isolées, en groupe ou en file, tandis que dans les tubes proprement dits nous n'avons pu déceler leur présence.

» Les différentes variétés d'éléments laticifères qui viennent d'être signalées se rencontrent ordinairement de concert dans le même organe; néanmoins, l'appareil laticifère est loin de présenter le même degré de différenciation dans toutes les espèces : chez les unes, les tubes laticifères seront très abondants et l'emporteront en nombre sur les cellules; chez d'autres, ces tubes seront plus rares et même manqueront peut-être absolument.

» Les laticifères se trouvent répandus dans les divers organes : racines, axe hypocotylé, tige, feuilles, bractées, calice, corolle, ovaire. Ils sont répartis, avec une abondance variable, dans le parenchyme médullaire, dans le liber des faisceaux et quelquefois aussi dans le parenchyme primitif de la région ligneuse; on les trouve également dans le parenchyme cortical, où ils sont particulièrement nombreux; à la périphérie immédiate des faisceaux libéro-ligneux des divers organes; dans le mésophylle des feuilles, des bractées, des sépales, des pétales; dans le parenchyme herbacé de l'ovaire. Les laticifères sont bien représentés dans l'assise sous-épidermique de la tige et du pétiole et peuvent y revêtir la forme tubulaire. Certaines cellules de l'épiderme renferment également un suc rouge, entièrement semblable d'aspect à celui des laticifères; il est cependant fort probable que ce suc épidermique n'est pas complètement identique au latex; en effet, non seulement il se comporte un peu différemment en présence de certains réactifs, mais encore il conserve sa coloration primitive, même chez les espèces où le suc propre est jaune dans l'âge adulte.

» Le latex, en général, ne persiste pas dans l'ensemble de l'appareil pendant toute la vie de la plante. Abondant chez les jeunes individus, il ne tarde pas à diminuer de quantité, principalement dans les régions de grande croissance intercalaire; il peut même disparaître complètement. Les laticifères, privés de leur suc coloré, sont alors difficilement discernables, lorsqu'une structure histologique bien tranchée ne les désigne pas à l'attention.

» En terminant, nous devons signaler la présence de laticifères à suc rouge et limpide, analogue à celui des Fumariacées, chez quelques Papavéracées : *Eschscholtzia californica* Chamiss., *E. tenuifolia* Bnth., ainsi que chez l'*Hypecoum procumbens* L., espèce considérée tantôt comme Papavéracée, tantôt comme Fumariacée. Pendant le jeune âge, l'axe hypocotylé

de ces plantes contient des laticifères à suc rouge, concurremment avec des laticifères à suc jaune et laiteux. Plus tard, dans l'âge adulte, le latex rouge se trouve remplacé complètement par le suc jaune lactescent, qui subsiste seul.

» Par ce qui précède, on voit que les Fumariacées possèdent un appareil laticifère homologue de celui des Papavéracées et cependant doué de caractères propres. Le liquide renfermé dans cet appareil est, il est vrai, toujours limpide, sans granulation et d'une couleur bien spéciale; mais, en considérant les homologies des appareils dans les deux familles, ainsi que les termes de transition qui viennent d'être indiqués chez l'*Eschscholtzia* et chez l'*Hypecoum*, nous avons cru ne pouvoir refuser le nom de *latex* au liquide coloré des Fumariacées. »

MINÉRALOGIE. — *Indices de réfraction principaux de l'anorthite.* Note de MM. **A. Michel Lévy** et **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« La détermination des indices principaux de l'anorthite a été, jusqu'à présent, négligée, du moins à notre connaissance, à cause de la petite taille des cristaux et de l'enchevêtrement des lamelles maclées.

» Nous devons à M. Gonnard quelques bons échantillons de l'anorthite du gneiss pyroxénique de Saint-Clément, qui nous ont permis d'entreprendre la détermination de ses constantes optiques, dont la connaissance intéresse l'histoire de tous les feldspaths tricliniques. Cette étude a été faite au moyen du réfractomètre de M. Émile Bertrand, convenablement réglé et légèrement modifié.

» Trois plaques parallèles aux trois plans principaux d'élasticité ont été polies et orientées au moyen des caractères optiques des lamelles hémitropes dominantes. Dans chacune de ces plaques on a cherché par tâtonnements, au réfractomètre, les plages qui donnaient nettement l'indice maximum et l'indice minimnm; cette recherche a amené à des nombres qui ne différaient entre eux que de huit décimales du quatrième ordre au plus. Nous pouvons donc espérer que $n_g = 1,586$ et $n_p = 1,574$ sont exacts à une décimale près du troisième ordre. La biréfringence maximum 0,012 est d'ailleurs sensiblement la même que celle que l'on peut déterminer directement dans les plaques minces.

» Quant à l'indice moyen, nous n'avons pu le déterminer avec une précision suffisante; nous savons seulement que la bissectrice aiguë est néga-

tive, que l'angle des axes est très grand et que n_m doit être voisin de 1,581.

» L'anorthite de Saint-Clément contient

SiO^2.	Al^2O^3.	CaO.	NaO par différence.
46,05	35,10	18,32	0,53

Sur g^1 (010), l'extinction se fait à $-37°$. La face s' perpendiculaire à n_g coupe l'angle obtus pg^1 et fait les angles approximatifs suivants avec p et g^1

$$ps = 132°, \qquad g^1 s = 120°.$$

» La face s perpendiculaire à n_p coupe l'angle aigu pg^1; sa position est du reste conforme aux données dont la science est redevable à M. Des Cloizeaux. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de rudistes dans le flysch à Orbitolines de la région sous-pyrénéenne du département des Basses-Pyrénées (vallée du Saison)*. Note de M. J. SEUNES, présentée par M. Fouqué.

« La dépression sous-pyrénéenne du département des Basses-Pyrénées, comprise entre le gave de Pau et la région montagneuse, est en grande partie occupée par un système argilo-gréseux et marno-calcaire à fucoïdes, assez variable de composition selon qu'on l'observe à l'est ou à l'ouest du département, au pied ou à quelque distance de la chaîne. Parfois les calcaires à bande de silex (dalles à silex rubané) prédominent et envahissent même la formation, à l'exclusion, pour ainsi dire, des autres sédiments, comme on l'observe à Bidache (système des calcaires de Bidache), à Saint-Martin-de-Sauveterre, à Saint-Jean-de-Luz, etc.

» La rencontre en divers points de *Orbitolina concava*, Lam., et de *Orb. conica*, d'Arch., jointe aux relations stratigraphiques du système, nous a permis de classer dans le cénomanien la plus grande partie du système en question, que nous avons qualifiée de *flysch cénomanien* ou de *flysch à Orbitolines*, et d'attribuer au turonien et au sénonien la partie supérieure, ne renfermant plus d'Orbitolines, mais parfois des *Orbitoïdes* n. sp., et normalement recouverte par les assises fossilifères du maëstrichtien. Les relations du flysch à Orbitolines avec les récifs coralliens à Ichthyosarcolithes,

Sphærulites foliaceus, d'Orthez, nous avaient amené à le considérer comme une formation contemporaine de celle des récifs ([1]).

» Des recherches récentes, entreprises pour le service de la Carte géologique, dans la vallée du Saison, confirment pleinement les conclusions que nous venons d'énoncer.

» Au sud de Monléon, aux environs de Gotein, les calcschistes albiens sont surmontés par un système argilo-gréseux renfermant des bancs, de plus en plus nombreux, de calcaires gréseux, de calcaire à bande de silex et de calcaire marneux dont la surface est souvent recouverte de nombreuses empreintes de fucoïdes : c'est le flysch à Orbitolines que nous avons suivi jusqu'à l'Océan. Plusieurs bancs de conglomérat poudinguiforme s'intercalent au milieu de la formation, vers le point portant la cote 480 sur la feuille de Monléon.

» Les éléments de ce conglomérat, noyés dans un ciment argileux et des argiles meubles, sont empruntés aux terrains antérieurs, phyllades, quartzites, grès, calcaires jurassiques, etc., et aux roches éruptives, granites et ophites; mais le fait le plus intéressant est la rencontre : 1° de gros éléments calcaires, non roulés, formés sur place, mibréchoïdes et micoralliens (de 15^{cm} à 20^{cm} de diamètre), pétris de polypiers, de foraminifères (*Alveolina* ?), etc., empâtant parfois des *Sphærulites* (cf) *foliaceus* Lamark ; 2° d'*Ostrea carinata* Lamark, indifféremment fixées sur les divers éléments; 3° de polypiers cénomaniens et de moules d'Ichthyosarcolithes, *Caprinella triangularis*, épars dans les argiles.

» Ces faits démontrent donc que le *flysch à Orbitolines des Basses-Pyrénées* est bien cénomanien et contemporain des récifs coralliens à *Ichthyosarcolithes* et *Sphærulites foliaceus* de la région. »

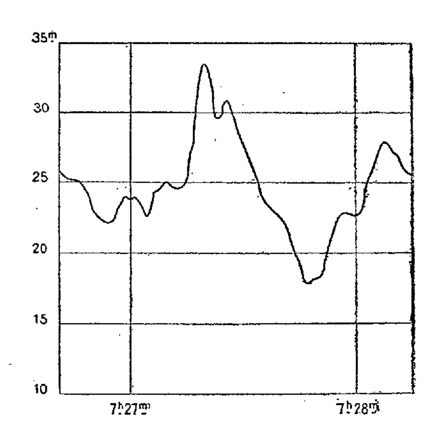
PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la tempête du 23-24 novembre 1890 et les mouvements verticaux de l'atmosphère.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« La tempête du 23-24 novembre a fourni les valeurs les plus élevées que l'on ait obtenues à la tour Eiffel pour la vitesse horizontale et la vi-

---

([1]) J. Seunes, *Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'éocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du sud-ouest de la France* (*Basses-Pyrénées et Landes*). Paris, Vve Dunod.

tesse verticale du vent depuis l'installation des nouveaux instruments. Au mois d'octobre dernier, on a ajouté à l'anémo-cinémographe à vitesses moyennes, qui fonctionne sans interruption depuis le mois de juin 1889, un cinémographe à indications plus rapides de MM. Richard frères. Cet instrument inscrit à chaque instant la vitesse horizontale du vent sur une bande de papier, qui se déroule de 3^{cm} par minute. Nous donnons ici le calque de la courbe obtenue le 24 novembre dernier au moment du maxi-



mum, qui a atteint 34^m par seconde à $7^h 27^m$ du matin. On remarquera l'extrême variabilité du vent à ce moment : en moins de trente secondes, il a passé de 34^m à $17^m,9$. Si l'on admet que la pression est proportionnelle au carré de la vitesse, elle passerait ainsi du simple au quadruple en trente secondes.

» Pendant ce temps, l'anémo-cinémographe ordinaire, qui donne la vitesse moyenne pour un intervalle de quelques minutes, indiquait une moyenne de $26^m,3$. Le même instrument avait marqué 32^m le 23 janvier 1890; il paraît probable qu'alors la vitesse instantanée a dû atteindre ou même dépasser 40^m.

» Depuis le mois d'octobre, on enregistre également d'une manière régulière les mouvements verticaux de l'air, au moyen d'un moulinet formé de quatre ailettes planes, inclinées à 45°, et mobiles autour d'un axe vertical. Ce moulinet tourne dans un sens ou dans l'autre, suivant que le mouvement de l'air a une composante ascendante ou descendante; il doit rester immobile quand le vent est horizontal, quelle que soit sa vitesse. Cette dernière condition est rarement remplie dans les moulinets ordinaires, car elle suppose que les filets d'air qui frappent les deux ailettes diamétra-

lement opposées ont exactement la même vitesse. Pour éviter cette cause d'erreur, le moulinet actuel est placé au centre d'un cylindre vertical de 25^{cm} de hauteur, ouvert sur ses deux bases ; il est ainsi protégé contre l'action directe des courants horizontaux et paraît donner des résultats satisfaisants.

» La plus grande vitesse verticale du vent mesurée jusqu'à ce jour à la tour Eiffel est de $11^{km},05$ par heure (un peu plus de 3^{m} par seconde), le 24 novembre dernier, entre $10^{h}30^{m}$ et $11^{h}30^{m}$ du matin, par vent *ascendant*. La vitesse horizontale était en moyenne de $18^{m},8$ pendant le même temps, ce qui donne une vitesse résultante de $19^{m},0$, inclinée de 9° sur l'horizon et ascendante.

» La période d'observation est encore trop courte pour qu'on puisse formuler des lois générales sur les mouvements verticaux de l'atmosphère ; nous signalerons seulement les résultats suivants :

» Les courants descendants sont, à la tour Eiffel, moins fréquents que les courants ascendants, et leur vitesse n'est jamais aussi grande.

» Toute baisse rapide et prolongée du baromètre est accompagnée de vents ascendants forts (de 2^{m} à 3^{m} par seconde). Comme, dans ces conditions, le vent horizontal est aussi très fort, que le ciel est couvert et la variation de la température très petite, ces vents ascendants ne peuvent être attribués à un effet d'échauffement de la tour. Ils se produisent du reste aussi bien la nuit que le jour.

» Il n'y a pas proportionnalité entre les intensités des composantes horizontale et verticale du vent. Pendant les tempêtes, la vitesse verticale augmente le plus souvent lors des accalmies relatives qui succèdent aux rafales.

» Nous avons vu que le vent est toujours ascendant pendant les grandes baisses du baromètre produites par l'approche des dépressions ; il est tantôt ascendant, tantôt descendant quand le baromètre remonte. Il sera intéressant de rechercher les causes de ces différences, quand on aura réuni un nombre suffisant d'observations.

» Jusqu'à présent, les périodes de vent descendant les plus longues ont été observées soit pendant les mouvements de hausse assez rapide du baromètre, soit pendant des hautes pressions persistantes (17, 18 et 20 novembre); dans ces dernières conditions, on constate fréquemment des successions de vent descendant et de vent ascendant, durant chacune plusieurs heures. »

M. **J.-L. Cumin** adresse une Note sur un acide tiré de l'essence de térébenthine, qu'il nomme *acide térébenthique*.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 novembre 1890.

La production végétale et les engrais chimiques; par M. Georges Ville, troisième édition. Paris, G. Masson, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Essai de classification des Nostocacées homocystées; par M. Maurice Gomont; br. in-8°.

Les monuments de la Géographie des bibliothèques de Belgique. — Carte de l'Europe, 1480-1485. 4 cartes en 8 feuilles. Texte explicatif par Ch. Ruelens. Bruxelles, Institut national de Géographie.

Sulla espressione degl'integrali ellittici in integrali definiti. Memoria di Giuseppe Zurria. Napoli, tipografia della reale Accademia, 1890; br. in-4°.

Sulle forze elementari elettromagnetiche ed elettrodinamiche, II. Memoria del Prof. Augusto Righi. Bologna, tipografia Gamberini e Parmeggiani, 1890; br. in-4°.

Expediçao portugueza ao Muatiânvua. Descripçao da viagem á Mussumba do Muatiânvua. Methodo pratico para fallar a lingua da Lunda. Etnographia e historia tradicional dos povos da Lunda; pelo chefe da expediçao Henrique Augusto Dias de Carvalho. Lisboa, Imprensa nacional, 1890; 3 vol. in-8.

Review of some points in the comparative morphology, anatomy, and life-history of the Coniferæ; by Maxwell T. Masters.

Bulletin from the laboratories of natural history of the State University of Iowa, vol. II, n° 1. Iowa city, Iowa, november 1890; br. in-8°.

Proceedings of the Birmingham philosophical Society, volume VII, Part I. session 1889-90. Birmingham, Cornish Bros; 1 vol. in-8°.

Neue Annalen der K. Sternwarte in Bogenhausen bei München, Band I. München, 1890; 1 vol. in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er DÉCEMBRE 1890.

Comité international des Poids et Mesures. — Treizième Rapport aux Gouvernements signataires de la Convention du Mètre sur l'exercice de 1889. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; in-4°. (Deux exemplaires.)

Exposition universelle internationale de 1889. — *Congrès international de Chronométrie. — Comptes rendus des travaux, procès-verbaux, Rapports et Mémoires publiés sous les auspices du bureau du Congrès, par* M. E. CASPARI, Secrétaire. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; in-4°. (Présenté par M. de Jonquières.)

Minerais de fer de la France, de l'Algérie et de la Tunisie analysés au bureau d'essais de l'École des Mines de 1845 *à* 1889; *par* M. AD. CARNOT. (Extrait des *Annales des Mines*). Paris, Vve Ch. Dunod, 1890; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, *publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie;* nouvelle série; tome soixante-deuxième (1re et 2e Partie) et tome soixante-troisième (1re et 2e Partie). Paris, Imprimerie nationale, 1890; 4 vol. in-4°.

P. ALÉXÉYEFF. *Méthodes de transformation des combinaisons organiques*, traduit du russe par G. DARZENS et L. LEFÈVRE. — *Introduction par* ED. GRIMAUX. Paris, G. Masson, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

De la fièvre typhoïde dans les milieux militaires, par M. le Dr KELSCH. (Extrait de la *Revue d'hygiène*.) Paris, G. Masson, 1890; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

De la nature de la pleurésie; par le Dr KELSCH; br. in-8°. (*Gazette hebdomadaire de Médecine et Chirurgie*.) (Présenté par M. le baron Larrey.)

ERRATA.

(Séance du 25 juin 1890.)

Note de M. *Güntz*, sur le sous-fluorure d'argent :

Page 1338, ligne 15, *au lieu de* AgFl, *lisez* Ag^2Fl.

(Séance du 24 novembre 1890.)

Note de M[lle] *Klumpke*, Observation de la nouvelle comète Zona.

Page 782, ligne 16, *au lieu de* $\bar{1},665$, *lisez* $\bar{1},527$ et *au lieu de* 0,666, *lisez* 0,494.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 DÉCEMBRE 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS.

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris du 1er octobre 1889 au 31 mars 1890,* communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1889.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(287) Nepthis (1).			
Oct. 3......	$9^h\ 2^m 25^s$	$21^h 53^m 23^s,87$	^{s} »	$108^\circ 31' 15'',9$	»
		(118) Peitho.			
Oct. 3......	10.54.58	23.46.15,47	— 0,20	102.15.57,7	— 5,6
28......	9. 0.29	23.30. 1,15	— 0,08	101.41. 5,0	— 3,4

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé est bien la planète.

Dates. 1889.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction. de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(71) Niobé.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct. 3......	11.23.37	0.14.59,08	»	56.26.58,6	»
22......	9.51. 9	23.57.10,38	»	57.54.17,0	»
		(80) Sapho.			
Oct. 22......	10.41.10	0.47.19,07	— 2,34	79.31.59,8	+ 0,4
23......	10.36.43	0.46.48,72	— 2,28	79.44.33,7	— 1,5
25......	10.27.55	0.45.52,15	— 2,54	80. 9.22,5	+ 1,6
28......	10.14.55	0.44.39,38	— 2,64	80.45.13,4	+ 3,3
29......	10.10.38	0.44.18,38	— 2,79	80.56.44,9	+ 2,2
30......	10. 6.23	0.43.59,32	— 2,75	81. 8. 4,8	+ 3,0
		(26) Proserpine.			
Oct. 22......	10.47.30	0.53.40,41	»	86.55.13,3	»
23......	10.42.47	0.52.53,27	»	86.58.41,6	»
25......	10.33.24	0.51.21,39	»	»	»
28......	10.19.25	0.49.10,62	»	87.14.32,3	»
30......	10.10.12	0.47.48,38	»	87.20. 7,9	»
		(28) Bellone.			
Nov. 12......	10.42.57	2.11.54,58	»	91.21.59,1	»
15......	10.28.57	2. 9.41,99	»	91.30. 5,9	»
		(4) Vesta.			
Janv. 23 1890.	11.50.58	8. 3.59,07	+ 1,20	66. 4.46,8	+ 2,5
29......	11.21. 1	7.57.36,38	+ 1,25	65.31. 2,8	+ 0,4
31......	11.11. 7	7.55.33,71	+ 1,31	65.20.39,6	+ 0,6
Févr. 1......	11. 6.11	7.54.33,45	+ 1,15	65.15.38,9	+ 1,2
7......	10.36.59	7.48.55,44	+ 1,41	64.48. 7,6	+ 0,8
10......	10.22.39	7.46.23,31	+ 1,10	64.36. 7,9	+ 1,4
11......	10.17.56	7.45.35,73	+ 1,19	64.32.22,4	+ 0,2
19......	9.41. 8	7.40.14,59	+ 1,12	64. 7.16,4	+ 0,5
24......	9.19. 9	7.37.54,07	+ 1,10	63.55.48,9	+ 0,2
27......	9. 6.25	7.36.53,46	+ 1,05	63.50.25,5	+ 0,1
28......	9. 2. 8	7.36.37,34	+ 1,06	63.48.52,6	+ 0,6
Mars 4......	8.45.40	7.35.52,71	+ 1,06	63.43.45,4	— 1,5

Dates. 1890.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(107) Camilla.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Févr. 19......	11.44.56	9.44.22,92	+ 1,52	»	»
24......	11.22. 1	9.41. 6,25	+ 1,77	82.59.51,1	− 1,2
27......	11. 8.20	9.39.13,55	»	82.41.34,4	»
		(130) Électre.			
Mars 28......	11.24.28	11.49.43,54	− 3,02	71.46.16,5	−113,3
		(57) Mnémosyne.			
Mars 28......	11.37.44	12. 3. 1,81	+ 5,68	96.37.29,0	− 8,5

» Les comparaisons de Peitho et de Sapho se rapportent aux éphémérides publiées dans les nos 2916 et 2927 des *Astronomische Nachrichten;* celles de Vesta à l'éphéméride du *Nautical Almanac;* celles de Camilla et Électre aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch* et enfin la comparaison de Mnémosyne se rapporte à une éphéméride communiquée par M. Luther.

» Les observations ont été faites par M. Callandreau, à l'exception de celles des 7 février et 4 mars, faites par M. Barré, et de celle du 31 janvier, faite par M. Boquet. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences sur les actions mécaniques exercées sur les roches par des gaz doués de très fortes pressions et de mouvements très rapides;* par M. **Daubrée.**

DEUXIÈME PARTIE. — Application a l'histoire des canaux volcaniques [1].

« Outre les cheminées diamantifères de l'Afrique australe, les expériences sur les actions mécaniques exercées par les gaz doués de très fortes pressions et animés de mouvements très rapides [2] paraissent pou-

---

[1] Présentée à l'Académie dans la séance du 1er décembre.

[2] *Comptes rendus*, t. CXI, p. 767.

voir expliquer, en les imitant, bien d'autres canaux verticaux qui, selon toute probabilité, ont été également perforés dans l'écorce terrestre.

» D'abord je rappellerai que le vaste plateau triasique de l'Afrique australe présente une série de dépressions, toujours circulaires ou elliptiques et nommées *pans* (poêles à frire) comme les cheminées diamantifères, dont elles ont à peu près les dimensions. Tous ces *pans*, d'après M. Moulle, paraissent correspondre à des cheminées diamantifères.

» La nature nous montre, en bien des régions, les deux conditions essentielles qui sont intervenues dans nos expériences, c'est-à-dire des réservoirs de pression et des cassures propres à faire communiquer ceux-ci avec l'extérieur.

» *Réservoirs de pression dans les régions souterraines.* — L'énergie de la puissance mécanique qui réside à l'intérieur du globe et qui se rattache évidemment à la haute pression de fluides élastiques se manifeste bien clairement par les phénomènes volcaniques.

» Lors des éruptions, ces fluides élastiques jaillissent violemment et témoignent de leur forte tension par la hauteur où ils s'élèvent, hauteur rendue visible par les poussières qu'ils transportent et qu'on a évaluée à 10^{km} dans l'éruption du Krakatau de 1883 et dans celle qui a eu lieu en 1886 à la Nouvelle-Zélande. La force expansive dont il s'agit se révèle encore par la projection au loin de blocs volumineux, comme il est arrivé au Vésuve où de gros fragments ont été lancés, dit-on, à 1200^{m} au-dessus du sommet pour retomber à 4000^{m} de l'axe. La terrible éruption du Krakatau en 1883, avec les mugissements ressentis sur une étendue de 3000^{km} de rayon, a manifesté aussi l'énergie avec laquelle les vapeurs souterraines s'annoncent à la surface. A l'Etna, la lave qui s'élève souvent jusqu'à la cîme de cette pyramide singulière, que son isolement rend si imposante et à laquelle les Arabes ont donné le nom de *Djebel*, la montagne par excellence, est aussi fournie par un réservoir qui s'étend certainement beaucoup plus bas que le niveau des mers; elle témoigne alors, comme l'a fait remarquer Élie de Beaumont, d'une pression de plus de mille atmosphères.

» *Cassures pouvant établir une communication entre ces réservoirs et la surface.* — Quant aux cassures qui peuvent mettre les réservoirs en communication avec la surface, il est superflu de s'étendre à leur égard. De toutes parts, même en dehors des chaînes de montagnes, elles dessinent des alignements par de nombreux phénomènes éruptifs.

» *Gisement des volcans.* — Les expériences ont montré comment les gaz

emprisonnés et comprimés cherchent sur les fissures auxquelles ils ont accès, pour se détendre vers l'extérieur, un ou plusieurs points de moindre résistance, à partir desquels ils ouvrent un canal, qu'ils augmentent rapidement et transforment en diatrème.

» Or ces conditions se reproduisent, trait pour trait, dans les caractères les plus généraux du gisement des volcans. L'isolement des montagnes volcaniques et leur mode de fonctionnement doivent, en effet, faire admettre que chacune d'elles correspond à un conduit vertical ou cheminée, qui communique avec les régions profondes du globe; la montagne forme comme le couronnement de cette cheminée par laquelle débouchent, en temps d'éruption, les masses gazeuses, fondues ou solides. On ne voit pas comment cette cheminée résulterait d'une action autre que celle d'une pression exercée en un point unique.

» La ressemblance avec les résultats de l'expérience est plus frappante encore, lorsque les volcans sont disposés en séries linéaires, comme on en a tant d'exemples. Depuis longtemps cette disposition a été considérée par Léopold de Buch comme correspondant à des soupiraux ouverts sur une même grande cassure. Ces séries de canaux volcaniques paraissent devoir être assimilés aux séries de cheminées diamantifères et résulter de renflements sur un même système de cassures.

» L'intervention des gaz dans l'ouverture des cheminées paraît particulièrement évidente pour les volcans qui n'ont apporté au jour que des déjections incohérentes, scories et débris des roches encaissantes, sans accompagnement de matières liquides. Comme le lac de Laach [1], les cavités circulaires nommées *Maars* dans l'Einel, et d'autres bien connues aussi en Auvergne et ailleurs, marquent par des cratères les orifices de ces canaux. Elles représentent le phénomène volcanique le plus simple et semblent si bien correspondre à des effets de la tension des vapeurs intérieures qu'on leur a donné le nom de *cratères d'explosion*. Beaucoup d'autres cavités cratériformes ont sans doute une origine semblable. Telles sont le Gur de Tazenat, dans le Velay, d'un diamètre de 800^{m} et dominé par un amphithéâtre de granite, et le cratère situé dans la même région, près de la station de Confolens. D'après Tournaire, qui en a donné une figure [2], ce cratère est entièrement excavé dans le granite et n'a livré passage à aucune déjection volcanique; seulement vers son axe a été poussé

---

(1) Von Dechen, *Laacher See*, p. 667; 1864.

(2) *Bulletin de la Société géologique*, 3e série, t. XVIII, p. 1166; 1869.

un cône de granite fragmentaire, comme une sorte de pépérino granitique.

» De même que les failles ou paraclases ont fréquemment servi de réceptacles aux émanations métallifères constitutives des filons, de même nombre de diatrèmes ont servi de canaux pour les éruptions volcaniques, et l'ouverture de ces diatrèmes en représente la phase initiale.

» *Poussée au dehors de brèches volcaniques.* — En Europe, sur le sol même de la France, nous avons des dispositions de roches d'origine profonde, qui présentent avec celles des conglomérats diamantifères de l'Afrique du Sud des analogies intimes. Il s'agit notamment de ces obélisques cylindroïdes dont la substance est le basalte congloméré ou pépérino et qui s'élèvent d'une manière si singulière aux environs du Puy et dans la ville même (Roches Saint-Michel, Corneille, Polignac, etc.). La diversité des éléments qui concourent à leur constitution est aussi grande que celle des matériaux dont sont remplies les cheminées du Cap; le basalte de diverses variétés y est associé à des granites et à des pegmatites plus ou moins altérés et à d'autres roches primitives. Les gemmes n'y font même pas défaut, les diamants étant remplacés par les saphirs et les zircons. Leurs formes et leur alignement rendent bien légitime d'y voir le moulage de canaux verticaux ouverts dans les masses stratifiées que leur faible résistance n'a pas soustrait à l'action dénudatrice des actions superficielles : ce sont comme des imitations des *kopies*.

» *Diatrèmes dont ont profité de nombreuses éruptions de roches.* — En dehors des volcans proprement dits, beaucoup de masses éruptives qui se présentent en dômes isolés amènent à une conclusion semblable, c'est-à-dire qu'elles sont arrivées au jour par un canal cylindroïde ou diatrème. Tels sont, parmi les milliers d'exemples que l'on pourrait citer, de nombreux dômes trachytiques, comme le puy de Dôme, les dômes phonolithiques du Hœgau, du Rhönegebirge et du Mittelgebirge de la Bohême, les cônes de la Solfatare de Naples, d'Astroni et des Camaldules. Beaucoup de ces dômes présentent des alignements.

» Le plus souvent, l'existence de ces canaux verticaux et à section comparativement petite est dissimulée par intercalation de roches éruptives, qui naturellement ont profité de ces passages faciles pour parvenir jusqu'au jour et se sont ensuite soudées aux parois encaissantes; mais la présence de ces masses intercalées ne les rend pas plus méconnaissables que ne le sont les failles ou paraclases, après qu'elles ont été injectées par des masses éruptives ou incrustées de substances métallifères.

» Ce n'est toutefois que dans des cas très rares que l'on a eu occasion

d'entailler ces massifs et d'y reconnaître à peu près les mêmes formes que les exploitations diamantifères du sud de l'Afrique ont si bien fait connaître dans toutes leurs particularités; fournissant ainsi un nouvel exemple des lumières que l'exploitation des mines, origine principale de la Géologie, par les données géométriquement exactes qu'elle fournit, a apportées à la Science.

» Je citerai, entre autres, la nappe basaltique du Meissner, en Hesse, qui s'est épanchée sur des couches à lignites et qui se rattache dans la profondeur à une colonne de basalte, presque cylindrique, ayant environ 100^m de diamètre et dont la connaissance précise a été procurée par l'ouverture d'une galerie d'exploitation ([1]).

» Sir Roderick Murchison a signalé une colonne éruptive du même genre à Cornbrook en Shrospshire ([2]). Des exemples analogues ont été décrits de la manière la plus claire par M. Archibald Geikie ([3]), dans ses belles études sur les roches volcaniques carbonifères du bassin de Firth of Forth. Les figures qu'il en a données font très bien comprendre l'isolement de ces colonnes, qui rappellent les éruptions volcaniques modernes et auxquelles leur forme a fait donner le nom expressif de *necks* (cous). Ces sortes de grands tuyaux verticaux sont remplis d'un assemblage tumultueux de blocs de toutes dimensions, consistant en roches volcaniques et en débris arrachés aux masses à travers lesquelles la perforation s'est produite. Ce sont visiblement des remplissages de cheminées ou d'évents volcaniques.

» La Roche-Rouge, située près de la ville du Puy, est devenue célèbre depuis que Faujas Saint-Fond lui a consacré une grande planche gravée et que Bertrand-Roux l'a décrite dans son excellent Ouvrage : « C'est une » masse de basalte boursouflée qui s'élève verticalement au milieu du » granite dont sa base est enveloppée et du sein de laquelle on la voit pour » ainsi dire sortir ([4]). » Sa forme, que la dénudation du granite encaissant permet de reconnaître exactement, est à peu près cylindrique, avec un diamètre de 15^m à 20^m.

» Il serait facile de citer bien des faits analogues, qui ne sont nullement

---

([1]) Moesta, *Mineralogische Jarhbuch*, p. 241; 1869.

([2]) *Siluria*, p. 113 et 290.

([3]) *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, t. XXIX, p. 137, 143, 163, 558; 1880.

([4]) *Description des environs du Puy*, p. 152; 1883.

en opposition, et au contraire, avec cette circonstance que plus souvent encore de grandes cassures rectilignes ou failles ont donné aussi passage aux roches éruptives.

» Les canaux verticaux désignés sous le nom de diatrèmes sont donc très fréquents dans l'écorce terrestre; c'est par centaines qu'on peut les compter dans bien des contrées. Lors même qu'elles sont peu distantes entre elles, elles ont été percées indépendamment les unes des autres.

» *Énergie des pressions internes jusqu'au moment de l'ouverture des diatrèmes.* — Dans tous les volcans actifs, l'éruption des gaz et des vapeurs trouve une issue comparativement facile. Le canal qui a été antérieurement percé fonctionne à la manière d'une soupape de sûreté, conjurant les conséquences d'un excès de pression.

» Mais il en était tout autrement avant que les orifices fussent ouverts. Comme dans nos éprouvettes à explosifs, les pressions internes pouvaient s'élever au delà de toute limite appréciable. Ces tensions de milliers d'atmosphères que nous réalisons chaque jour avec les explosifs pouvaient être de beaucoup dépassées. D'ailleurs il paraît légitime d'admettre que, dans la plupart des circonstances, l'explosif n'était autre que l'eau, dont on connaît la prodigieuse puissance, manifestée notamment par le gonflement et les déchirures de tubes très épais et contenant une forte petite quantité d'eau [1].

» Il est donc logique de concevoir que le régime volcanique actuel a été précédé d'actions mécaniques incomparablement supérieures à celles dont nos éruptions sont les effets.

» En premier lieu, en concentrant leurs efforts sur de fines cassures et spécialement sur leurs croisements, les agents gazeux, doués de la puissance perforatrice que démontre l'expérience, ont provoqué, dans un paroxysme, comme dans les expériences, l'ouverture de canaux.

» D'autre part, c'est aussi, et lorsque l'obturation venait d'être vaincue, que les pressions internes restaient encore assez puissantes pour pousser vers la surface et même fort au-dessus ces gigantesques cônes trachytiques, si nombreux dans les Andes et bien ailleurs, dont les dimensions sont en disproportion flagrante avec les plus grands effets de leurs éruptions actuelles.

» *Observations complémentaires.* — Quelque énorme que paraisse la puis-

---

(1) *Recherches expérimentales sur le métamorphisme* (*Comptes rendus*, t. XLV, p. 792, 1857; *Géologie expérimentale*, p. 154).

sance réclamée par les gaz pour ouvrir les diatrèmes, elle n'est aucunement en disproportion avec l'énergie que nous voyons fonctionner dans les volcans actuels ou qui interviennent dans nos expériences.

» Non moins que les manifestations volcaniques elles-mêmes, les phénomènes qui nous occupent témoignent bien éloquemment de l'existence d'une haute température dans les régions internes du globe.

» Tandis que la plupart des innombrables dislocations de l'écorce terrestre sont des fractures et des ploiements *linéaires*, paraissant résulter de tensions *horizontales* et dérivant probablement de contractions de l'écorce terrestre; au contraire, des cassures d'une tout autre nature, comme en provoquent des gaz à haute pression dirigés par un canal à parois solides, se présentent çà et là, comme des effets d'un effort concentré sur un *point unique* et dirigé *verticalement* de bas en haut : une sorte de coup de canon, dont l'âme serait une diatrème qui viserait le zénith. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *De la membrane du sac lymphatique œsophagien de la Grenouille.* Note de M. **Ranvier**.

« L'œsophage de la Grenouille est entouré d'un sac lymphatique que l'on met facilement en évidence par injection ou insufflation. Ce sac est limité du côté de la cavité pleuro-péritonéale par une membrane si mince que, lorsqu'elle est distendue par de l'air ou un liquide transparent, on dirait l'enveloppe d'une bulle de savon. Malgré sa minceur, cette membrane a une structure complexe. Chacune de ses faces a un revêtement endothélial. Sa charpente est formée de fibres connectives et de fibres élastiques. Il entre encore dans sa constitution des cellules de différentes espèces, un beau réseau vasculaire et un riche plexus nerveux. C'est un objet d'étude d'une grande valeur. Une observation un peu attentive et l'emploi de bonnes méthodes y font découvrir des faits nouveaux et intéressants.

» La membrane a une face séreuse qui correspond à la cavité pleuro-péritonéale, et une face lymphatique qui dépend du sac périœsophagien. Sa face séreuse est recouverte d'un endothélium dont les cellules ont des bords sinueux, comme on les observe d'habitude sur la paroi des lymphatiques, tandis que sa face lymphatique a un revêtement de cellules à bords rectilignes. Ce premier fait, que l'on met en évidence au moyen de l'im-

prégnation d'argent, montre qu'il ne faut pas attacher une trop grande importance à la forme des cellules endothéliales pour distinguer les canaux lymphatiques des vaisseaux sanguins.

» La charpente connective de la membrane séreuse périœsophagienne de la Grenouille a une disposition nettement alvéolaire, qui lui donne une certaine analogie avec le stroma des tumeurs cancéreuses. Les fibres qui la composent s'entrecroisent en divers sens et limitent des cavités arrondies qui communiquent les unes avec les autres; ces cavités sont le plus souvent remplies de plasma. Quelques-unes d'entre elles contiennent des cellules grandes, transparentes, sphériques ou irrégulières, isolées ou groupées au nombre de deux ou trois, et dans lesquelles on observe un noyau vésiculeux entouré de granulations graisseuses. Je pense que ces cellules dérivent des cellules connectives que je vais décrire maintenant.

» Les cellules connectives de la membrane périœsophagienne sont grandes, plates et ramifiées. Elles sont disposées à la surface des alvéoles. Leurs ramifications s'anastomosent entre elles et avec celles des cellules avoisinantes. Elles constituent ainsi un réseau que l'on met en évidence au moyen de la méthode de l'argent (image négative) ou de la méthode que j'ai fait connaître dans une Note antérieure ([1]) et qui consiste à faire agir successivement l'acide osmique et le violet 5B (image positive).

» A l'aide de cette dernière méthode, on obtient une coloration bleuâtre des cellules connectives proprement dites et des cellules granuleuses décrites en premier lieu.

» Dans les mêmes préparations, les cellules lymphatiques intra ou périvasculaires, ainsi que les clasmatocytes répandus dans la charpente de la membrane, sont colorés en violet intense. Ces derniers éléments se montrent avec les caractères que je leur ai déjà assignés ([2]). Leur nombre et leur distribution sont variables. Leur forme est irrégulière. Il s'en détache des fragments qui deviennent libres dans les mailles du tissu. Examinés dans la membrane vivante, ils ne présentent aucune déformation, aucun mouvement amiboïde, alors que les cellules lymphatiques périvasculaires ont des mouvements actifs bien accusés. Les prolongements des clasmatocytes ne s'anastomosent pas entre eux, ils ne se fondent pas non plus avec les clasmatocytes voisins.

([1]) *Des clasmatocytes* (*Comptes rendus*, p. 165; 1890).

([2]) *Loc. cit.*

» Grâce à la méthode que j'ai employée dans ces recherches, il est impossible de confondre les clasmatocytes avec les cellules connectives proprement dites, qu'il faut cesser d'appeler *cellules fixes*, sous peine de consacrer une confusion que l'on a faite jusqu'à présent, puisque les clasmatocytes sont immobiles aussi bien que les cellules connectives.

» Il arrive à la membrane périœsophagienne de petits troncs nerveux composés de fibres à myéline et de fibres de Remak. Ces nerfs se divisent et se subdivisent, et bientôt leurs fibres à myéline perdent leur gaine médullaire pour se transformer en fibres de Remak. On assiste à cette transformation qui s'effectue comme je l'ai décrit ailleurs. Finalement, il se produit un plexus nerveux dont les mailles sont plus étroites que celles du réseau vasculaire et qui s'étend sur la membrane entière. De ce plexus, se dégagent des fibres nerveuses qui cheminent isolément et qui, après un trajet plus ou moins long, plus ou moins tortueux, se terminent par des extrémités libres simplement arrondies ou en forme de bouton. Ces extrémités ou terminaisons nerveuses se trouvent dans les mailles du tissu conjonctif.

» J'ai pu également observer des fibres nerveuses isolées qui, après avoir décrit une anse, se soudent à elles-mêmes et forment ainsi une figure semblable à un anneau de clef. Ces anneaux ont un diamètre variable; il y en a de très petits. La comparaison de ces divers anneaux avec les boutons terminaux conduit à penser que ces derniers pourraient bien être des anneaux athrésiés. Ces nouvelles données conduiront, sans doute, à mieux comprendre certaines terminaisons nerveuses dont la signification est encore fort obscure.

» Le plexus nerveux de la membrane émet des branches qui se rendent aux vaisseaux (artérioles, veinules et capillaires) et concourent à la formation du plexus périvasculaire. Du plexus périvasculaire se dégagent des fibres nerveuses qui vont se terminer dans les tuniques vasculaires, aussi bien des capillaires que des artérioles et des veinules. J'ai déjà fait au sujet de ces terminaisons nerveuses quelques observations; mais je dois les compléter avant de les faire connaître. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Preuve que π ne peut pas être racine d'une équation algébrique à coefficients entiers* [1]; par M. **Sylvester.**

« Lemme. — *Soit*

$$J = \cfrac{\varepsilon m}{n + \cfrac{\varepsilon' m'}{n' + \cfrac{\varepsilon'' m''}{n'' + \dots}}},$$

où $\varepsilon^2 = \varepsilon'^2 = \varepsilon''^2 = \ldots = 1$; $n, n', n'', \ldots$ sont des nombres réels positifs et plus grands que l'unité; $m, m', m'', \ldots$, des nombres réels ou complexes, et où chaque quotient partiel est assujetti à la condition que $n - 1$ est plus grand que le module de m.

» Alors je dis que le module de J sera moindre que l'unité.

» Supposons que ces conditions soient satisfaites par $\frac{m}{n}, \frac{m_1}{n_1}$.

» Soit

$$m = \alpha + i\beta.$$

Par hypothèse

$$n - 1 > \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}.$$

» Servons-nous de $M(x)$ pour signifier le module de x, alors

$$M\left(\frac{m}{n}\right) = \frac{M(m)}{n} < \frac{n-1}{n} < 1,$$

de sorte que, si $\frac{m}{n} = \alpha_{,} + i\beta_{,}$, $\alpha_{,}^2 + \beta_{,}^2 < 1$ et, à plus forte raison, $\alpha_{,}^2 < 1$,

$$M\left(\frac{m_{,}}{n_{,} + \frac{m}{n}}\right) = \frac{M(m_{,})}{M(n_{,} + \alpha_{,} + i\beta_{,})} = \frac{M(m_{,})}{\sqrt{(n_{,} + \alpha)^2 + \beta^2}} < \frac{M(m_{,})}{n_{,} - 1},$$

car $(n_{,} + \alpha)^2$, quand α est compris entre les limites $1, -1$, est plus grand que $(n_{,} - 1)^2$.

» Donc, par hypothèse,

$$M\left(\frac{m_{,}}{n_{,} + \frac{m}{n}}\right) < 1,$$

---

[1] Cette Note doit être substituée à la Note de l'auteur qui a été insérée, par suite

et, évidemment, par le même raisonnement, on trouve successivement

$$M\left(\frac{m}{n}\right),\quad M\left(\frac{m_{,}}{n_{,}+\dfrac{m}{n}}\right),\quad M\left(\frac{m_{,,}}{n_{,,}+\dfrac{m_{,}}{n_{,}+\dfrac{m}{n}}}\right),\quad \ldots$$

ou, ce qui revient à la même chose, toutes les quantités

$$M\left(\frac{\varepsilon m}{n}\right),\quad M\left(\frac{\varepsilon_{,} m_{,}}{n_{,}+\dfrac{\varepsilon m}{n}}\right),\quad M\left(\frac{\varepsilon_{,,} m_{,,}}{n_{,,}+\dfrac{\varepsilon_{,} m_{,}}{n_{,}+\dfrac{\varepsilon m}{n}}}\right),\quad \ldots$$

seront moindres que l'unité (1).

» Nous allons démontrer, à l'aide de ce lemme, que, si θ est une racine d'une équation *irréductible* à coefficients entiers, $\tang\theta$ ne peut pas être rationnel ou même une fonction rationnelle à coefficients rationnels de θ.

» Supposons que $A\theta^n + B\theta^{n-1} + \ldots + L = 0$ et que $\tang\theta$ soit une fonction rationnelle de θ. On peut supposer que $A = 1$, car, si nous écrivons $\theta' = A\theta$ (2), alors l'équation pour θ' peut s'exprimer semblablement à celle pour θ, mais avec le premier coefficient égal à l'unité. De plus, si l'on peut démontrer que $\tang\theta'$ ne peut pas être une fonction rationnelle de θ', alors, puisque $\theta' = A\theta$, et conséquemment $\tang\theta'$, est une fonction rationnelle de $\tang\theta$, il s'ensuivra que, si $\tang\theta$ est une fonction rationnelle de θ, $\tang\theta'$ sera une fonction rationnelle de θ', ce qui est contraire à la supposition faite (3).

d'un malentendu, dans les *Comptes rendus* du 24 novembre dernier. La Note précédente, qui ne traitait que le cas le plus restreint du théorème du texte, est affectée d'inexactitudes qui la rendent de nulle valeur.

(1) Ce lemme peut être envisagé comme une application de la proposition 8, III d'Euclide. En prenant O le centre d'un cercle à rayon unité et N un point extérieur à ce cercle, Euclide y enseigne que le segment de ON, compris entre N et le contour convexe, sera moindre que toute autre ligne droite menée de N au cercle : à plus forte raison il sera moindre que la distance de N à un point quelconque d'un cercle intérieur au premier. Voir la Note au bas de la page 869 pour une addition qu'on doit faire à ce lemme.

(2) Voir le scolie pour le cas plus général où les coefficients de l'équation en θ sont des nombres complexes.

(3) L'illustre Legendre aurait, il me semble, dû faire une transformation analogue dans sa présentation célèbre de la preuve de Lambert de son théorème (Note IV, *Éléments de Géométrie*). Pour avoir négligé cette précaution, la succession infinie de quantités toujours décroissantes qu'il trouve par le moyen du lemme de Lambert ne

» Donc, nous pouvons supposer que l'équation en θ soit de la forme

$$\theta^n + B\theta^{n-1} + \ldots + L = 0.$$

» Évidemment on peut aussi supposer que l'équation en θ soit irréductible.

» Écrivons $\theta \tang \theta = \tau(\theta)$, de sorte que

$$\tau(\theta) = \cfrac{\theta^2}{1 - \cfrac{\theta^2}{3 - \cfrac{\theta^2}{5 - \ldots}}},$$

on trouvera

$$\cfrac{\theta^2}{3 - \cfrac{\theta^2}{5 - \ldots}} = \frac{\tau(\theta) - \theta^2}{\tau(\theta)},$$

$$\cfrac{\theta^2}{5 - \cfrac{\theta^2}{7 - \ldots}} = \frac{\tau(\theta)(3 - \theta^2) - 3(\theta)^2}{\tau(\theta) - \theta^2},$$

$$\cfrac{\theta^2}{7 - \cfrac{\theta^2}{9 - \ldots}} = \frac{\tau(\theta)(15 - 6\theta^2) - 15\theta^2 + \theta^4}{\tau(\theta)(3 - \theta^2) - 3\theta^2},$$

et, en nommant $\cfrac{\theta^2}{2r+1 - \cfrac{\theta^2}{2r+3 - \ldots}} = \Theta_r(\theta)$,

$$\Theta_r(\theta) = \frac{A_{r+1}(\theta)\tau(\theta) - B_{r+1}(\theta)}{A_r(\theta)\tau(\theta) - B_r(\theta)},$$

$$\Theta_{r+1}(\theta) = \frac{A_{r+2}(\theta)\tau(\tau) - B_{r+2}(\theta)}{A_{r+1}(\theta)\tau(\theta) - B_{r+1}(\theta)}.$$

....

....

» Soit $\Theta_{r,i}(\theta)$ ce que devient $\Theta_r(\theta)$ quand on substitue θ_i pour θ dans la valeur de τ_θ. Si, pour une certaine racine θ_i de l'équation supposée en θ, $\tau_{r,i}\theta = \tau_r\theta_i$, alors $\tau_{r,i}\theta$ en vertu du lemme aura un module moindre que l'unité; sinon, ce module deviendra éventuellement et restera, pour une certaine valeur r, et pour toute valeur supérieure, au-dessous d'une

---

forme pas nécessairement une succession de nombres entiers, mais de tels nombres divisés par des puissances toujours croissantes de A, le dénominateur de θ, supposé rationnel, exprimé comme fraction vulgaire réduite, ce qui n'est nullement impossible.

certaine limite, parce que dans ce cas $\Theta_{r,i}(\theta)$ différera et continuera à différer par une quantité aussi petite qu'on veut de $\frac{A_{r+1}(\theta_i)}{A_r(\theta_i)}$ (dont le module a une limite supérieure dépendant de la grandeur de θ_i) quand r est pris suffisamment grand. Cela sera développé au long dans une Communication ultérieure.

» Supposons que N soit le plus grand des modules carrés des n racines, $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \ldots, \theta_n$ les n racines de l'équation proposée en θ. Prenons $2r > N$; alors, en vertu du lemme [1] et à cause du principe énoncé plus haut, on aura éventuellement (en prenant $2r - N$ suffisamment grand) le produit des modules de $\Theta_r(\theta)$, $\Theta_r(\theta_2), \ldots, \Theta_r(\theta_n)$ moindre que l'unité pour une certaine valeur de r et toute valeur de r supérieure à celle-ci.

» Or, remarquons que, à cause de la valeur l'*unité* du coefficient de θ^n dans l'équation en θ, tous les $A(\theta)$ et les $B(\theta)$ seront des fonctions linéaires et *entières* de $\theta, \theta^2, \ldots, \theta^{n-1}$, car si $\mu > n-1$, θ^μ devient une fonction linéaire et entière de $\theta, \theta^2, \ldots, \theta^{n-1}$.

» Ainsi, en supposant que k soit un nombre tel qui rende $k\tau(\theta)$ une fonction linéaire entière de $\theta, \theta^2, \ldots, \theta^{n-1}$, pour toute valeur de r,

$$k[A_r(\theta)\tau(\theta) - B_r(\theta)]$$

sera une fonction rationnelle et entière de θ; or, en vertu de ce qui a été dit, le produit des modules de

$$\Theta_\mu(\theta_1), \quad \Theta_\mu(\theta_2), \quad \ldots, \quad \Theta_\mu(\theta_n)$$

sera moindre que l'unité quand μ est plus grand que le nombre que nous avons nommé r. Mais le produit des modules de n quantités est le module de leur produit; donc

$$\begin{array}{l} k^n \Pi[A_r(\theta)\tau(\theta) - B_r(\theta)], \\ k^n \Pi[A_{r+1}(\theta)\tau(\theta) - B_{r+2}(\theta)], \\ k^n \Pi[A_{r+2}(\theta)\tau(\theta) - B_{r+2}(\theta)], \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}$$

---

[1] On doit sous-entendre par le *lemme* la proposition ainsi nommée au commencement de cette Note, mais avec l'addition essentielle, facilement prouvée, que quand les n croissent continuellement et les m restent constants, alors, en commençant avec un r suffisamment grand, le module de J deviendra une quantité aussi petite que l'on veut.

formeront une succession infinie de nombres entiers décroissants, ce qui est impossible (1).

» Ainsi $\tau(\theta)$ et conséquemment $\operatorname{tang}\theta$ ne peut pas être une fonction rationnelle de θ quand θ est racine d'une équation à coefficients entiers.

» Si nous supposons que $\operatorname{tang}\theta$ soit une quantité rationnelle pure et simple, cela ne fait nul changement dans notre raisonnement; ainsi, puisque $\operatorname{tang}\pi$ $\left(\text{ou bien si l'on veut } \operatorname{tang}\frac{\pi}{4}\right)$ est rationnel, π ne peut pas être la racine d'une équation algébrique à coefficients entiers.

» Je démontre par un procédé à peu près pareil à ce qui précède, la proposition inverse, c'est-à-dire que, si $\operatorname{tang}\theta$ est racine d'une équation algébrique, alors θ ne peut pas être une fonction rationnelle à coefficients rationnels de $\operatorname{tang}\theta$. Or, dans cette théorie, il n'y a nulle distinction entre les quantités réelles et complexes, de sorte que $\sqrt{-1}$ compte comme quantité entière. Donc $\operatorname{tang}\sqrt{-1}$, et conséquemment e, base des logarithmes népériens (qui en est une fonction algébrique) ne peut pas être racine d'une équation algébrique à coefficients entiers. En réunissant les deux procédés applicables à ces deux cas, on parvient à démontrer un théorème plus général, à savoir :

» *Si une fonction trigonométrique quelconque et son amplitude sont liées ensemble par une équation algébrique à coefficients entiers, ni l'une ni l'autre ne peut satisfaire à une équation algébrique à coefficients entiers, et comme cas particulier compris dans ce théorème, une fonction trigonométrique et son amplitude ne peuvent pas être l'une une racine d'une équation algébrique à coefficients entiers et l'autre aussi une racine d'une telle équation* (2).

» Il y a un théorème un peu plus général, au moins en apparence, qu'on peut démontrer par un raisonnement tout à fait semblable.

» Nommons une quantité qui est racine d'une équation algébrique irréductible à coefficients entiers, simples ou complexes, *quantité équa-*

---

(1) *Voir* le scolie pour le cas plus général où l'équation en θ a des coefficients complexes.

(2) Ainsi on peut affirmer qu'une fonction trigonométrique et son amplitude, ou bien un nombre et son logarithme, ne peuvent pas être tous les deux racines de deux équations algébriques quelconques à coefficients entiers. Par exemple, $\cos(\cos\lambda\pi)$ ne peut pas être un nombre algébrique de Kronecker, quand λ est rationnel, car son logarithme $\cos\lambda\pi$ est un tel nombre. De même $e^{\sqrt[i]{\lambda}+\sqrt[j]{\mu}+\sqrt[k]{\nu}+\dots}$ ne peut pas être racine d'une équation algébrique à coefficients entiers.

tionnelle, et les racines de la même équation algébrique irréductible à coefficients entiers, *quantités équationnelles associées;* de plus, nommons une quantité qui est racine d'une équation dont les coefficients sont fonctions rationnelles d'un nombre quelconque d'autres quantités données *fonction équationnelle* de ces quantités; alors on peut affirmer qu'une fonction trigonométrique et son amplitude ne peuvent pas être, toutes les deux, fonctions équationnelles d'un même système de quantités équationnelles associées. Cette proposition donne lieu de soupçonner qu'au moyen de formules propres aux fonctions elliptiques on pourrait démontrer qu'une fonction elliptique, son amplitude et son paramètre ne peuvent pas être, tous les trois, fonctions équationnelles d'un même système de quantités équationnelles associées.

» *Scolie.* — On ne doit nullement exclure le cas où θ serait proposé comme racine d'une équation à coefficients entiers, mais complexes.

» Dans ce cas, si le coefficient du premier terme en cette équation est $\alpha + i\beta$, alors afin de pouvoir réduire l'équation à sa forme canonique où ce coefficient est l'unité, sans que le tangent du nouveau θ cesse d'être fonction rationnelle de $\tang\theta$, il faut écrire $\theta' = (\alpha^2 + \beta^2)\theta$.

» On remarquera aussi que les produits (p. 869)

$$k^n \Pi[A_r(\theta)\tau(\theta) - B_r(\theta)], \quad k^n \Pi[A_{r+1}(\theta)\tau(\theta) - B_{r+1}(\theta), \quad \ldots,$$

au lieu d'être entiers et réels, deviendront quantités complexes, mais entières, dont les *modules* vont à l'infini en décroissant; de sorte que la démonstration donnée, pour le cas où les coefficients de l'équation en θ sont des nombres ordinaires, reste bonne pour le cas général. »

PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode pour l'étude de la compressibilité et de la dilatation des liquides et des gaz. Résultats pour les gaz : oxygène, hydrogène, azote et air.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« La méthode que j'ai suivie précédemment pour les très fortes pressions ne se prête point facilement au cas des températures élevées; elle ne m'a permis d'opérer que jusque vers 50°. Le procédé suivant, dont je ne puis donner ici que les traits essentiels, peut être suivi facilement jusqu'à 200° et même au delà, mais en restreignant la limite supérieure des pressions à 100^{atm}.

» Supposons qu'il s'agisse d'un gaz : la tige graduée du réservoir

en verre contenant le fluide est engagée dans un long cylindre vertical d'acier, vissé à sa partie inférieure sur la pièce frettée que j'ai déjà décrite, et qui est remplie de mercure dans lequel plonge le réservoir en question. A la partie supérieure, une tige d'acier, mue par une longue vis et qui traverse une boîte à cuirs absolument étanche, vient saisir l'extrémité de la tige graduée, qu'on peut ainsi faire mouvoir verticalement sans difficulté. Le cylindre d'acier porte, à une hauteur convenable, un double embranchement horizontal, formant ainsi une croix creuse; aux deux extrémités de ce bras de croix, sont vissés des boulons dans lesquels sont mastiqués des cylindres de quartz; on peut, à travers ces regards, voir défiler successivement (à l'entrecroisement des bras de la croix) toutes les divisions de la tige graduée : il suffit de diriger un rayon lumineux intense dans l'axe des regards et un viseur à la suite dans la même direction. On conçoit, dès lors, que les opérations se feront ainsi : amener dans le champ du viseur un trait de la tige graduée, comprimer le gaz en refoulant le mercure jusqu'à ce que le ménisque vienne toucher le trait, lire la pression au manomètre à pistons libres, et ainsi de suite pour tous les traits.

» Le cylindre d'acier et les bras de croix jusqu'à la moitié de leur longueur sont enveloppés par un dispositif pouvant servir soit de bain de liquide, soit de bain de vapeur; on peut ainsi opérer sans plus de difficulté aux diverses températures.

» Les parties de l'appareil qu'il importe de protéger contre la chaleur (boîte à cuirs, masticage des quartz, etc.) sont noyées dans des manchons de cuivre, continuellement traversés par un courant d'eau froide.

» Voici le Tableau relatif aux isothermes des quatre gaz étudiés, aux températures de 0°, 100° et 200°; il donne les volumes d'une masse de gaz égale à l'unité à zéro et sous la pression normale. La température de 200° s'obtient facilement avec la vapeur de benzoate de méthyle.

Atmosphères.	Oxygène.			Air.			Azote.			Hydrogène.		
	0°,0.	99°,5.	199°,5.	0°,0.	99°,4.	200°,4.	0°,0.	99°,5.	199°,6.	0°,0.	99°,3.	200°,5.
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100..	9265	(13750)	»	9730	(13850)	»	9910	»	»	(10690)	»	»
200..	4570	7000	9095	5050	7360	9430	5195	7445	9532	5690	7567	9420
300..	3208	4843	6283	3658	5170	6622	3786	5301	6715	4030	5286	6520
400..	2629	3830	4900	3036	4170	5240	3142	4265	5331	3207	4147	5075
500..	2312	3244	4100	2680	3565	4422	2780	3655	4515	2713	3462	4210
600..	2115	2867	3570	2450	3180	3883	2543	3258	3973	2387	3006	3627
700..	1979	2610	3202	2288	2904	3502	2374	2980	3589	2149	2680	3212
800..	1879	2417	2929	2168	2699	3219	2240	2775	3300	1972	2444	2900
900..	1800	2268	2718	2070	2544	3000	2149	2616	3085	1832	2244	2657
1000..	1735	2151	»	1992	2415	2828	2068	»	»	1720	2093	»

» 1° *Dilatation à pression constante.* — Les coefficients de dilatation se déduisent immédiatement du Tableau qui précède. Le Tableau suivant contient les coefficients moyens $\left(\frac{1}{v} \times \frac{dv}{dt}\right)$ entre 0° et 100°; les autres colonnes donnent les valeurs de $\frac{dv}{dt}$. On voit que ces dernières valeurs sont, pour l'hydrogène, presque indépendantes de la température; pour l'oxygène, elles sont un peu plus faibles entre 100° et 200° qu'entre 0° et 100°, mais il faut tenir compte de ce que les indications thermométriques sont celles du thermomètre à mercure; il y aura à faire une légère correction qui, pour l'hydrogène, rendra peut-être les dilatations $\left(\frac{dv}{dt}\right)$ indépendantes de la température, aux erreurs près dont on ne peut répondre (une remarque analogue est à faire pour les dilatations à volume constant). Pour l'hydrogène, le coefficient de dilatation diminue régulièrement quand la pression augmente; pour l'azote, l'oxygène et l'air, il passe d'abord par un maximum qui, à la limite, correspond, ainsi que je l'ai déjà montré, à la pression pour laquelle le produit pv est minimum.

	Oxygène.			Azote.			Hydrogène.		
	$\frac{1}{v}\frac{dv}{dt}$.	$\frac{dv}{dt}$.		$\frac{1}{v}\frac{dv}{dt}$.	$\frac{dv}{dt}$.		$\frac{1}{v}\frac{dv}{dt}$.	$\frac{dv}{dt}$.	
P.	0°-100°.	0°-100°.	100°-200°.	0°-100°.	0°-100°.	100°-200°.	0°-100°.	0°-100°.	100°-200°.
	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,0000	0,0000
100...	486	4508	»	»	»	»	»	»	»
200...	534	2442	2095	434	2260	2085	332	1890	1831
300...	512	1643	1440	400	1512	1413	314	1265	1219
400...	459	1207	1070	359	1128	1065	295	0946	0917
500...	406	0937	0856	316	0879	0859	278	0754	0739
600...	357	0756	0703	282	0718	0715	261	0623	0613
700...	320	0,634	0592	256	0609	0609	249	0535	0526
800...	288	0541	0512	240	0537	0525	241	0475	0451
900...	261	0470	0450	218	0469	0469	225	0415	0408
1000..	241	0418	»	»	»	»	218	0376	»

» 2° *Dilatation à volume constant.* — J'ai consigné, au Tableau qui suit, non pas les valeurs des coefficients de pression, mais celles de $\left(\frac{dp}{dt}\right)$; ces données ont été déduites des tracés graphiques, au moyen des lignes d'égal volume. La première colonne contient les pressions initiales; les volumes correspondants sont inscrits au premier Tableau.

P.	Oxygène. 0°-100°.	Oxygène. 100°-200°.	Air. 0°-100°.	Air. 100°-200°.	Azote. 0°-100°.	Azote. 100°-200°.	Hydrogène. 0°-100°.	Hydrogène. 100°-200°
100...	0,492	0,470	0,467	0,461	0,462	0,460	0,373	0,365
200...	1,226	1,150	1,105	1,090	1,075	1,070	0,766	0,741
300...	2,090	1,900	1,803	1,715	1,748	1,700	1,149	1,126
400...	2,924	2,570	2,470	2,335	2,371	2,320	1,522	1,477
500...	3,698	»	3,085	»	2,971	»	1,895	1,838
600...	»	»	3,718	»	3,571	»	2,258	»

» On voit que, pour l'hydrogène, les valeurs de $\frac{dp}{dt}$ sont sensiblement indépendantes de la température, surtout si l'on tient compte de la remarque relative aux indications thermométriques. L'air et l'azote se rapprochent de l'hydrogène; ce dernier gaz paraît avoir atteint un état limite, vers lequel convergent les autres quand la température s'élève et qui est caractérisé par des valeurs de $\frac{dv}{dt}$ et $\frac{dp}{dt}$ indépendantes de la température, les premières décroissant et les secondes augmentant régulièrement quand la pression croît.

» J'ai obtenu des résultats analogues jusqu'à 3000^{atm}, mais seulement entre 0° et 50°, en suivant une méthode que j'ai déjà décrite.

» 3° *Sur la forme des isothermes des produits pv.* — J'ai fait, il y a déjà longtemps, cette remarque, que les courbes construites en portant les pressions en abscisses et les produits pv en ordonnées se transforment, peu après l'ordonnée minima, en lignes qui paraissent devenir bientôt droites ou presque droites; pour décider la question, il fallait avoir ces lignes sur une plus grande étendue que je ne les possédais alors. Les isothermes poussées jusqu'à 3000^{atm}, que j'ai obtenues depuis, permettent de résoudre facilement la question : pour les quatre gaz étudiés, ces lignes présentent, à toutes les températures, une légère concavité tournée vers l'axe des abscisses; c'est ce que montre le Tableau suivant, des valeurs du coefficient angulaire moyen $\frac{pv - p'v'}{p - p'}$, entre les limites de pression indiquées à la première colonne horizontale, pour l'oxygène et l'hydrogène à zéro.

Hydrogène.

600^{atm}-1000^{atm}.	1000^{atm}-1500^{atm}.	1500^{atm}-2000^{atm}.	2000^{atm}-2500^{atm}.	2500^{atm}-2800^{atm}.
0,000732	0,000690	0,000638	0,000612	0,000577

Oxygène.

500^{atm}-1000^{atm}.	1000^{atm}-1500^{atm}.	1500^{atm}-2000^{atm}.	2000^{atm}-2500^{atm}.	2500^{atm}-2900^{atm}.
0,001158	0,001106	0,001054	0,001015	0,000971

» Ce résultat, malheureusement, complique passablement la question; les coefficients angulaires de lignes rigoureusement droites représentant le volume limite sous une pression infinie apportaient à l'étude des fluides un élément bien défini et déterminé avec certitude; il résulte, au contraire, de ce qui précède, qu'on ne saurait prévoir si la courbure des lignes, quoique légère et graphiquement sensible seulement sur une assez grande longueur, converge vers une direction asymptotique qu'on puisse arriver à déterminer. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. C. Tondini de Quarenghi adresse une Note intitulée : « Quelques éclaircissements au sujet de la question du méridien initial pour fixer l'heure universelle. »

(Renvoi à la Section d'Astronomie).

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure intitulée « Jacques-Louis Soret; Notice biographique par M. *Albert Billet* ». (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*.)

Le Comité formé pour élever un monument en l'honneur du Général *Perrier*, sur une des places de Valleraugue (Gard), sa ville natale, annonce qu'une souscription est ouverte à cet effet.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Zona, faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux;* par MM. **L. Picart** et **Courty**.

Positions apparentes de la comète Zona.

Dates 1890.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Nov. 29....	6. 4.13,6	4.15. 3,59	$-\bar{1}$,709	54.50. 1,7	−0,672	*a*	L. Picart.
29....	6.46.22,3	4.14.53,62	$-\bar{1}$,695	54.50. 3,0	−0,610	*b*	Courty.
30....	6.32.25,4	4. 9. 8,99	$-\bar{1}$,697	54.51.37,9	−0,617	*c*	Courty.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1890,0.

Étoiles de comp.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
a....	Paris nº 5048	4ʰ.16ᵐ.48ˢ,34	+3ˢ,81	55°.2′.26″,1	−10″,36
b....	½[Weisse.2.H.IV.303 + Paris 5057]	4.17. 8,02	+3,81	55. 0.59,5	−10,34
c....	Bonn, t. VI +35º, nº 845	4.12.43,42	+3,82	54.48.42,4	−10,45

» La comète est assez faible; elle devient invisible peu après le lever de la Lune. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation du passage des satellites de Jupiter et des occultations d'étoiles*. Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Mascart.

« A la fin de l'été dernier et pour servir à l'étude des singularités optiques que présentent les passages des satellites de Jupiter et les occultations d'étoiles, j'ai entrepris une série d'observations au sommet du pic du Midi, où la suppression de près de 3000ᵐ de la partie inférieure de l'atmosphère devait rendre les images des astres plus lumineuses et plus pures.

» Voici les principaux résultats de ces observations, auxquelles M. Marchand avait bien voulu concourir : nos lunettes avaient, l'une 0ᵐ,175, l'autre 0ᵐ,145 d'ouverture libre.

» 1º *Ligament lumineux*. Ce qui suit se rapporte surtout à la soirée du 1ᵉʳ septembre, où la vision était d'une netteté exceptionnelle et comparable à celle que nous donnent nos expériences dans la grande chambre noire de l'Observatoire.

» Une liaison lumineuse s'établit, en effet, entre le satellite et la planète quatre minutes environ avant le contact externe, mais ici ce ligament lumineux, tout en gênant l'observateur, n'a pas la même influence perturbatrice que dans nos conditions ordinaires d'observation et lors de nos expériences avec l'appareil à passages artificiels : son éclairement est moindre au voisinage de Jupiter que sur les bords du satellite, si bien que malgré son existence on a assez nettement la sensation d'un petit cercle relativement brillant, le satellite arrivant au contact du bord relativement obscur d'un cercle plus grand, la planète Jupiter.

» Cette modification d'aspect est importante à signaler, car elle doit être graduelle, et les images doivent reprendre l'aspect ordinaire à mesure que,

le pouvoir absorbant de l'atmosphère augmentant, les intensités relatives des bords de Jupiter et du satellite sont moins différentes.

» Le pouvoir des écrans en *treillis* ou en *réseaux* a été d'ailleurs absolument confirmé; leur emploi rend l'observation du contact plus facile et les bords des astres beaucoup plus nets.

» 2° *Visibilité apparente à travers Jupiter ou la Lune.* — De même, les phénomènes étranges de visibilité, soit des satellites derrière la portion marginale de Jupiter, soit des étoiles derrière la Lune, lors des occultations de ces différents astres, se sont présentés dans des conditions intéressantes. Le 26 août, le satellite I (occultation), après avoir paru visible par moitié sur le disque de Jupiter et par moitié en dehors, devint $3^m,5$ plus tard tangent intérieurement à la planète et se projetait sur elle sous forme d'un petit disque blanc; nous vîmes son éclat diminuer peu à peu, le satellite s'éteindre graduellement pour disparaître définitivement, à une heure dont l'indication précise nous a paru impossible, mais que nous avons estimé suivre de $1^m,4$ l'instant précédent.

» De même, le 2 septembre, l'étoile de 6e grandeur, 64 Baleine, alors occultée par la Lune, parut se déplacer pendant deux secondes à l'intérieur du bord lumineux de cet astre, pour disparaître ensuite instantanément : l'emploi d'un écran en treillis ramenait d'ailleurs l'étoile à être, pendant la période précédente, extérieure à notre satellite et sensiblement en contact avec son bord.

» On doit conclure de là que, si les phénomènes de diffraction n'influent pas sur la précision de l'observation d'une occultation d'étoile, ils rendent au contraire fort incertaine celle du moment où un satellite de Jupiter est réellement occulté par la planète. Les observations qui précèdent indiquent d'ailleurs la méthode à suivre pour remédier à cet inconvénient. »

MÉCANIQUE. — *Sur une transformation de mouvement.*
Note de M. **Dautheville**, présentée par M. Darboux.

« Dans un Mémoire sur l'homographie en Mécanique (*American Journal*, XII), M. Appell propose la question suivante :

» Soient les équations de Lagrange

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i,$$

où T est une forme quadratique des q' avec des coefficients fonctions des q, et où les Q dépendent seulement des q. Trouver les transformations de la forme

$$r_i = f_i(q_1, \ldots), \qquad dt_1 = \lambda(q_1, \ldots)\, dt$$

qui transforment ces équations en d'autres de la forme

$$\frac{d}{dt_1}\left(\frac{\partial S}{\partial r'_i}\right) - \frac{\partial S}{\partial r_i} = R_i,$$

où S désigne une forme quadratique des r' avec des coefficients fonctions des r et où les R dépendent seulement des r.

» Si l'on considère seulement le cas du mouvement d'un point sur une surface, la question proposée est identique à celle de la représentation géodésique de l'une des surfaces sur l'autre. En effet, si l'on imagine une correspondance entre les points réels des deux surfaces, on peut rapporter ces surfaces aux deux systèmes orthogonaux qui se correspondent. Soient les éléments linéaires

$$ds^2 = E\, du^2 + G\, dv^2, \qquad ds_1^2 = E_1\, du^2 + G_1\, dv^2.$$

» En exprimant les conditions de l'énoncé, on obtient six équations entre λ, E, G, E_1, G_1. L'élimination de λ donne quatre équations de condition entre E, G, E_1, G_1. Ces conditions sont celles que donne M. Darboux dans son Livre sur la *Théorie des surfaces*, au Chapitre qui traite du problème de M. Dini relatif à la représentation géodésique des surfaces. Supposant ces conditions remplies, on obtient aisément λ.

» Si l'une des surfaces considérées est un plan, on peut obtenir les transformations que l'on a en vue sous forme explicite. Rapportant le plan à des coordonnées rectangulaires et la surface au système formé par une famille de géodésiques et leurs trajectoires, on obtient un système de six équations différentielles du second ordre. En éliminant les fonctions inconnues, on reconnaît que la surface doit être à courbure totale constante. Les formules données dans l'Ouvrage cité permettent alors d'effectuer l'intégration, et l'on retrouve les transformations qu'indique M. Darboux pour faire correspondre les droites du plan aux lignes géodésiques de la surface. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires ordinaires.* Note de M. JULES CELS, présentée par M. Darboux.

« J'ai indiqué [1] une méthode pour étudier les équations différentielles linéaires ordinaires ; je vais l'appliquer aux équations de la forme

$$(E) \qquad a\frac{d^n z}{dx^n} + b\frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}} + \ldots + h\frac{dz}{dx} + l = 0,$$

où a est un polynôme de degré n

$$a = \alpha x^n + \alpha_1 x^{n-1} + \ldots + \alpha_n,$$

b un polynôme de degré $n-1$, ..., l une constante.

» Ces équations généralisent l'équation de Gauss sur la série hypergéométrique et le succès de la méthode tient à ce que toutes les équations de la suite ont la même forme que l'équation (E).

» Soit donc la suite

$$(S) \qquad E_{-2q} \ldots E_{-2} E_{-1} E E_1 E_2 \ldots E_{2p-1} E_{2p} \ldots,$$

où

$$\begin{aligned} E_{2p} = a\frac{d^n z}{dx^n} &+ \left(-p\frac{da}{dx} + b\right)\frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}} \\ &+ \left[\frac{p(p+1)}{12}\frac{d^2 a}{dx^2} - p\frac{db}{dx} + c\right]\frac{d^{n-2} z}{dx^{n-2}} + \ldots \\ &+ \left[(-1)^n \frac{p(p+1)\ldots(p+n-1)}{n!}\frac{d^n a}{dx^n}\right. \\ &\qquad \left. + (-1)^{n-1}\frac{p(p+1)\ldots(p+n-2)}{(n-1)!}\frac{d^{n-1} b}{dx^{n-1}} + \ldots + l\right] z = 0. \end{aligned}$$

On a les formules

$$z = \frac{d^p}{dt^p} z_{2p}, \qquad z_{-2q} = \frac{d^q}{dt^q} z, \qquad z_{2p-1} = \frac{d^{p-1}}{dt^{p-1}} z_1.$$

Ces formules ne sont valables qu'autant qu'aucune des quantités l correspondantes à la suite

$$E_{-2q} \ldots E \ldots E_{2p}$$

[1] Voir *Comptes rendus*, 15 juillet 1890.

ne s'annule; quand ce fait se produit, la suite est terminée dans un sens ou dans l'autre, et l'on a le résultat suivant :

» *Si l'on considère l'équation algébrique en p,*

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned}&(-1)^n\frac{p(p+1)\ldots(p+n-1)}{n!}\\&\quad+(-1)^{n-1}\frac{p(p+1)\ldots(p+n-2)}{(n-1)!}+\ldots+l=0,\end{aligned}\right.$$

à la plus petite racine positive entière λ correspond, pour l'adjointe de Lagrange de la proposée, une solution qui est un polynôme de degré $\lambda-1$; à la plus petite racine négative entière (en valeur absolue) $-\mu$ correspond une solution de la proposée qui est un polynôme de degré μ.

» L'interprétation des autres racines de l'équation (1) est immédiate si l'on remarque que, lorsque toutes les intégrales de l'équation E sont régulières autour du point critique ∞, l'équation (1) est l'équation déterminante relative à ce point.

» Cette équation (1) paraît jouer un rôle prépondérant dans l'étude de l'équation E. Je vais montrer en effet comment sa considération permet de reconnaître si l'équation E a son intégrale générale uniforme dans tout le plan. Ma méthode fournira en outre un procédé pour la trouver. Supposons que le coefficient de x^n dans le polynôme a ne soit pas nul. Dans le cas où l'équation (1) n'a que des racines négatives entières, pour que l'intégrale générale soit uniforme dans tout le plan, il faut et il suffit que les logarithmes disparaissent dans les développements des intégrales autour du point critique ∞. On a alors comme solutions particulières n polynômes dont les degrés sont donnés par les racines de l'équation (1) changées de signe. Le cas où toutes les racines de l'équation (1) ne seraient pas entières et négatives se ramène à celui-là. J'explique d'abord les modifications introduites dans la suite (S) lorsqu'une de ses quantités l s'annule. Soit $l_{2p-1}=0$; alors E_{2p}, au lieu d'être l'équation correspondant à la première ligne du déterminant fondamental de E_{2p-1}, est l'adjointe de Lagrange de cette dernière équation où l'on regarde $\frac{dz}{dx}$ comme l'inconnue. Cela posé, les racines de l'équation (1) diminuent d'une unité quand on avance de deux rangs à droite dans la suite; il y aura donc une équation E_{2r} qui sera telle que toutes les racines de son équation déterminante du point ∞ seront entières et négatives. Alors les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation E_{2r} ait son intégrale générale uniforme se-

ront aussi les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation E remplisse les mêmes conditions. De plus, les récurrences établies permettront de déduire la solution générale de l'équation E de celle de l'équation E_{2r}.

» J'ai appliqué ces considérations à l'équation

$$(2)\quad \begin{cases} (x^n - x^{n-1})\dfrac{d^n z}{dx^n} + (Ax^{n-1} - Bx^{n-2})\dfrac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}} + \ldots \\ \qquad\qquad + (Lx - M)\dfrac{dz}{dx} + Nz = 0, \end{cases}$$

déjà étudiée par M. Goursat [1]. Voici le résultat :

» Si $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont les racines de l'équation déterminante du point ∞ changées de signe et rangées par ordre de grandeur croissante; si $b_1, b_2, \ldots, b_{n-1}$ sont les racines du point critique 0 (à part la racine 0) rangées aussi par ordre de grandeur croissante :

» Pour que l'intégrale générale de l'équation (2) soit uniforme dans tout le plan, il faut et il suffit que les a soient des entiers différents ainsi que les b, de plus b_1 doit être compris entre a_1 et a_2 sans être égal à a_1, b_2, entre a_2 et a_3 sans être égal à a_2, etc.

» A cette équation (2) se rattachent les équations de la forme

$$(3)\quad [y^n - y^{(n-q)}]\frac{d^n z}{dy^n} + (Ay^{n-1} - By^{n-q-1})\frac{d^{n-1} z}{dy^{n-1}} + \ldots + Nz = 0,$$

où les coefficients sont des polynômes à deux termes présentant une lacune q.

» On passe d'une équation (3) à une équation de la forme (2) en faisant le changement de la variable $y^q = x$.

» De même, aux équations E se rattachent les équations de la forme

$$(\alpha y^n + \alpha_1 y^{n+p} + \ldots + \alpha_n y^{n+np})\frac{d^n z}{dx^n} \\ + [\beta y^{n-1} + \beta_1 y^{n-1+p} + \ldots + \beta_{n-1} y^{n-1+(n-1)p}]\frac{d^{n-1} z}{dy^{n-1}} + \ldots,$$

en posant

$$x = y^{-p}. \text{ »}$$

---

(1) *Annales de l'École Normale supérieure*, t. XII, p. 275 et suivantes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le fluorure d'allyle.* Note de M. **H. Meslans.**

« Dans plusieurs Notes précédentes [1], nous avons donné les premiers résultats de nos recherches sur les composés organiques fluorés de la série grasse. Nous indiquerons seulement, dans celle-ci, la préparation et les propriétés d'un nouvel éther, le fluorure d'allyle.

» Pour préparer ce corps, on fait tomber, goutte à goutte, de l'iodure d'allyle sur du fluorure d'argent sec, contenu dans un petit ballon de cuivre relié à un serpentin ascendant en plomb. La réaction a lieu avec plus d'énergie encore qu'avec les iodures de propyle et d'isopropyle; il se forme de l'iodure d'argent, en même temps qu'il se dégage du fluorure d'allyle, suivant l'équation

$$C^3H^5I + AgFl = C^3H^5Fl + AgI.$$

Le ballon est maintenu dans l'eau à 35°, pour régulariser le dégagement, et le serpentin est refroidi à 2° ou 3° au-dessus de zéro. Le gaz traverse un tube à fluorure d'argent chauffé à 60°, qui arrête l'iodure d'allyle entraîné, et est recueilli sur le mercure.

» Le fluorure d'allyle est gazeux, incolore; il possède une odeur alliacée, une saveur brûlante. Il s'enflamme facilement et brûle avec une flamme fuligineuse, en donnant d'abondantes vapeurs d'acide fluorhydrique. Une lame de verre placée au-dessus de la flamme est fortement attaquée, en même temps qu'elle se recouvre de charbon. Refroidi au moyen d'un mélange d'éther et de chlorure de méthyle, il se liquéfie sous la pression de 760^{mm} vers 1° au-dessus de zéro.

» Le fluorure d'allyle est assez soluble dans l'eau, qui en absorbe deux fois et demie son volume à 15°. L'alcool à 16° en dissout soixante fois son volume; l'éther, près de cent fois le sien.

» La densité du fluorure d'allyle, prise à 16°, a fourni, pour trois déterminations, 2,12; 2,09; 2,11; soit en moyenne 2,11. La densité théorique serait 2,10.

» Le gaz fluorure d'allyle, soumis à l'action de l'étincelle d'induction, en employant le dispositif indiqué par M. Berthelot, se décompose rapidement. Du carbone se dépose sur les électrodes et les parois de l'éprouvette, en même temps que le verre est attaqué; le gaz a beaucoup augmenté de volume, et contient une forte proportion d'acétylène.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVII, p. 1115; t. CVIII, p. 352, et CX, p. 717.

» Chauffé dans le verre, le fluorure d'allyle fournit, avant le rouge sombre, un abondant dépôt de charbon. Après refroidissement, on constate que le volume a peu varié. Il s'est formé une petite quantité de fluorure de silicium, et le gaz qui était primitivement absorbable en entier par l'alcool ne l'est plus qu'en partie. La portion non absorbable contient beaucoup de formène, mais pas trace d'acétylène.

» L'action du sodium sur le fluorure d'allyle est toute différente de celle qu'il exerce sur l'iodure ou le chlorure d'allyle. Si l'on chauffe doucement un morceau de sodium dans une cloche courbe remplie de fluorure d'allyle, le métal se recouvre bientôt d'un épais dépôt de charbon. Après refroidissement, on constate que le gaz a augmenté environ de la moitié de son volume, qu'il n'est plus qu'en partie absorbable par l'alcool, et qu'il contient surtout du formène. Le sodium traité par l'eau fournit une liqueur dans laquelle on peut caractériser le fluor.

» Le fluorure d'allyle chauffé avec du silicium cristallisé donne sensiblement les mêmes résultats que dans le verre seul; la quantité de fluorure de silicium est seule un peu plus forte.

» Le phosphore, chauffé dans une atmosphère de fluorure d'allyle, fond et distille sans donner de réaction apparente; le gaz retiré ne contient pas de fluorure de phosphore.

» Le fluorure d'allyle est, comme les autres éthers fluorhydriques, difficilement saponifiable. Chauffé avec la potasse humide, il ne change ni de volume ni de propriétés. La potasse alcoolique même n'agit que très lentement. L'eau de chaux ni l'eau de baryte n'ont d'action rapide sur ce gaz.

» Le chlorure cuivreux ammoniacal dissout assez facilement le fluorure d'allyle. L'ammoniaque aqueuse ne dissout pas ce gaz, mais le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique absorbe une quantité considérable de fluorure d'allyle, en même temps qu'il se forme un précipité blanc jaunâtre, et que des globules liquides prennent naissance; ceux-ci bientôt forment, à la surface de la solution, une couche huileuse, très volatile, d'une odeur éthérée et alliacée, facilement inflammable, et qui paraît être du chlorure d'allyle.

» La combustion dans l'eudiomètre, d'une part, dans un tube à analyse organique, de l'autre, conduit à la formule C^3H^5Fl [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait à l'École de Pharmacie de Paris, au laboratoire de M. H. Moissan.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur diverses réactions endothermiques et exothermiques des alcalis organiques*. Note de M. **Albert Colson.**

« Dans une Note précédente, où je montrais l'influence de la solubilité sur la marche des réactions ([1]), j'ai dit que la pipéridine déplace la chaux de sa solution chlorhydrique; voici dans quelles conditions :

» Vers 15°, une solution de chlorure de calcium renfermant $55^{gr},5$ de $CaCl^2$ par litre donne un dépôt très sensible de chaux, quand on y ajoute un volume égal d'une solution pipéridique à 2 molécules par litre; avec une liqueur plus étendue, il ne se précipite pas de chaux; avec des liqueurs plus concentrées, le précipité est plus abondant. La précipitation est plus complète quand la température s'élève; elle dépend aussi de la concentration du sel calcique, probablement à cause de l'existence d'un sel double calco-pipéridique, formé presque sans dégagement de chaleur, mais qu'un excès de pipéridine ne précipite pas. Le précipité obtenu dans cette réaction, grossièrement lavé et séché dans du papier, ne contient pas trace de carbonate; exempt de pipéridine, il est alcalin; il est formé de chaux souillée de quantités petites et variables de $CaCl^2$, provenant sans doute de l'imperfection des lavages et du sel double dont je viens de parler, et dont M. Berthelot a signalé l'existence.

» On peut trouver, parmi les bases fortes, d'autres exemples de réactions où la solubilité relative des corps joue un rôle incontestable. Sans chercher à expliquer la cause première de ces phénomènes, je vais montrer qu'ils ne sont pas uniquement subordonnés à la valeur thermique des réactions.

» Comparons, comme nous l'avons déjà fait, la diisobutylamine aux alcalis terreux. Les chlorhydrates de ces diverses bases sont décomposés par l'acide oxalique, avec formation d'oxalates insolubles. En partant des chlorhydrates dissous,

La formation d'une molécule d'oxalate de baryte dégage .... $5^{Cal},6$
La formation d'une molécule d'oxalate de diisobutylamine dégage ... $6^{Cal},5$

d'après mes expériences.

» La grande quantité de chaleur fournie dans ces réactions ne paraît pas être la cause de la formation prépondérante des oxalates. Si, en effet, on

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 4 août 1890.

verse les bases elles-mêmes dans des solutions d'oxalate d'ammoniaque, les réactions qui tendent à se former seraient plus exothermiques que les précédentes :

BaO dissous + C^2O^4, $2AzH^4$ dissous = oxalate insoluble...............	$+ 8^{Cal}$
Diisobutylamine dissous + C^2O^4, $2AzH^4$ dissous = oxalate insoluble.....	$+ 7^{Cal},5$

mais la première réaction seule se produit, et non la seconde.

» *Réactions endothermiques.* — Loin de décomposer l'oxalate d'ammoniaque, la diisobutylamine est chassée de son oxalate par l'ammoniaque et surnage à la surface du liquide. Cette décomposition qui, d'après mes déterminations, absorbe $-10^{Cal},8$ par molécule d'amine déposée, se fait directement à température constante. Elle peut s'expliquer par l'insolubilité de l'amine; mais aussi par la considération du *maximum thermique*. Cette dernière explication, envisagée isolément, ne s'applique plus à la réaction suivante :

» Projetons notre oxalate neutre de diisobutylamine dans une solution aqueuse de triméthylamine, à une molécule par litre : l'oxalate se dissout; puis, si l'on continue l'opération, la butylamine se sépare du liquide. La première phase du phénomène correspond à une absorption de $-6^{Cal},6$; la deuxième phase, c'est-à-dire la séparation de l'amine, absorbe en outre -7^{Cal}; soit un total de $-13^{Cal},6$ sur les $19^{Cal},2$ qui correspondent à la combinaison avec l'acide oxalique d'une molécule de diisobutylamine. Voici les déterminations que j'ai faites et sur lesquelles sont basés les nombres précédents :

	Cal
Diisobutylamine dissoute + $\frac{1}{2}$ $C^2O^4H^2$ dissous = sel solide.......	+ 16,4
Diisobutylamine liquide + $\frac{1}{2}$ $C^2O^4H^2$ solide = sel solide.......	+ 19,2
Triméthylamine dissoute + $\frac{1}{2}$ $C^2O^4H^2$ dissous = sel dissous.....	+ 9,6
$Az(CH^3)^3$ liquide + $\frac{1}{2}$ $C^2O^4H^2$ solide = sel solide.......	+ 16
Chaleur de dissolution de la diisobutylamine....................	+ 7,05

» Les autres amines se comportent à l'égard de l'oxalate de dibutylamine comme l'ammoniaque et la triméthylamine, et donnent des réactions endothermiques analogues aux précédentes.

» Il est évident qu'il faut tenir compte, dans ces phénomènes, des coefficients de partage de l'acide entre les deux bases : j'ai trouvé que, pour déplacer de son chlorhydrate 1 molécule de diisobutylamine, il faut 3 molécules de triéthylamine, et qu'il faut aussi 3 molécules de triméthylamine

pour dissoudre complètement 1 molécule d'oxalate neutre de diisobutylamine, vers 12°, les liqueurs renfermant 1 molécule de base par litre.

» Dans tous ces déplacements, à côté des énergies dues aux réactions directes et qui se traduisent généralement par le maximum thermique, il intervient des énergies étrangères, dues probablement à la dissociation inégale des hydrates des alcalis, ainsi que de leurs sels. C'est ce que je me propose d'examiner, sur les conseils de M. Berthelot. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la diméthylaniline.* Note de M. CHARLES LAUTH, présentée par M. Schützenberger.

« On sait que la diméthylaniline, soumise à l'action de divers agents d'oxydation, donne naissance au violet de Paris. La réaction est différente si l'on prend le bioxyde de plomb comme agent oxydant.

» Dans ce cas, le produit de la réaction consiste en tétraméthylbenzidine $C^{16}H^{20}Az^2$; comme on le voit, c'est le noyau C^6H^5 qui est attaqué, tandis que, dans la formation du violet de Paris, c'est le groupe CH^3 qui est oxydé et qui donne le carbone méthanique nécessaire au développement de cette matière colorante.

» Voici les conditions dans lesquelles il est convenable d'opérer : on dissout 20 parties de diméthylaniline dans 120 parties d'acide acétique à 8° et 160 parties d'eau, puis on ajoute peu à peu 20 à 30 parties d'oxyde pur en évitant que la température dépasse 30° à 35°. La réaction est terminée au bout de cinq à dix minutes; on filtre, on lave le produit à l'eau chaude, puis on le fait bouillir avec de l'eau pour éliminer toute trace de diméthylaniline; on sèche et l'on purifie par cristallisation dans la benzine; pour obtenir le produit complètement décoloré, il faut le reprendre par le pétrole, l'alcool ou l'éther.

» Les eaux mères de cette préparation, débarrassées du plomb par l'acide sulfurique, donnent encore, après neutralisation au moyen de l'ammoniaque, une certaine quantité de matière : on en obtient en tout environ 40 pour 100 du poids de la diméthylaniline employée.

» Divers auteurs ont déjà signalé la formation de la tétraméthylbenzidine au moyen de la diméthylaniline, mais le procédé qui vient d'être décrit a l'avantage de donner, en peu d'instants, ce produit à l'état de pureté et en grande abondance.

» La tétraméthylbenzidine, et surtout ses sels, donnent sous l'influence des agents oxydants (PbO^2, Fe^2Cl^6, bichromate, l'air lui-même) la couleur verte signalée plus haut : une trace de cette base, dissoute dans la quantité

strictement nécessaire d'acide acétique, donne naissance à une coloration vert-pré très intense au contact de PbO^2.

» On obtient cette couleur à l'état de pureté en ajoutant à une dissolution de 10^{gr} de base dans $7^{cc},5$ d'acide chlorhydrique et 200^{cc} d'eau, 600^{cc} de perchlorure de fer à 45°, étendus de 540^{cc} d'eau; les premières gouttes d'oxydant donnent naissance à une coloration verte, qui devient ensuite orangée; de cette solution se dépose, après deux à trois heures, la matière verte à l'état de pureté absolue : sous le microscope, ce précipité apparaît comme formé de magnifiques cristaux, sans mélange d'aucun autre corps; on filtre, on lave avec un peu d'eau pour éliminer l'excès de fer, puis avec de l'alcool et finalement avec de l'alcool absolu et de l'éther. Ces précautions sont nécessaires à cause de l'altérabilité du produit. Les eaux mères orangées, additionnées de sel marin et d'acétate de soude en quantité telle que la liqueur soit à peine verte, déposent une nouvelle portion de cristaux. On en obtient environ 70 pour 100 du poids de la tétraméthylbenzidine mise en œuvre.

» En opérant avec des liqueurs plus concentrées, avec un excès de chlorure de fer à 45°, on détermine la formation d'un beau précipité orangé qui est une combinaison acide des deux produits; par des lavages prolongés avec de l'alcool, le corps orangé se transforme en un sel vert qui renferme également du fer.

» Les cristaux se dissolvent dans l'eau avec une très belle couleur vert-pré, passant à l'orangé sous l'influence des acides; le sel marin précipite le corps inaltéré de sa solution; il en est de même des sels de zinc qui forment avec lui une combinaison peu soluble dans les liqueurs salées. Ils sont solubles dans l'alcool d'où l'éther les précipite.

» Ce produit constitue une matière colorante; elle teint en effet la soie en vert très pur; mais très rapidement, même à l'abri de l'air et de la lumière, la soie est décolorée.

» C'est en effet une substance d'une instabilité remarquable; elle n'existe qu'à l'état de sels (chlorhydrate dans le cas de l'emploi du perchlorure de fer, acétate avec PbO^2 et acide acétique); elle est décomposée par l'eau froide, très rapidement par l'eau chaude, en se décolorant et en mettant en liberté un corps blanc; il en est de même par l'addition d'un alcali qui détermine cette réaction avec formation d'eau oxygénée dont la présence a été constatée par l'acide chromique; la simple dessiccation des cristaux verts, dans le vide sec, amène leur décomposition au bout de vingt-quatre heures; ils se conservent mieux à l'air ordinaire; chauffés dans un tube au bain-marie, ils se décolorent en perdant de l'eau et de l'acide chlorhydrique. Dans toutes ces réactions, la couleur verte n'est pas

ramenée par la neutralisation, mais elle se développe de nouveau sous l'influence de l'oxyde puce de plomb.

» Les analyses du produit cristallisé, séché rapidement dans le vide, et faites peu d'heures après sa préparation pour éviter son altération, ont donné des chiffres se rapprochant très sensiblement de la formule

$$C^{16}H^{21}ClAz^{2}O.$$

» Le corps blanc, auquel il donne naissance par sa décomposition spontanée ou par l'action des agents chimiques, a été purifié par l'acide chlorhydrique faible et précipitation par l'ammoniaque, puis par cristallisations dans la benzine et l'alcool; on obtient ainsi des cristaux incolores dont la forme, la solubilité dans les divers véhicules, le point de fusion et les réactions ont prouvé l'identité avec la tétraméthylbenzidine elle-même. (On sépare, par les cristallisations, un corps cireux qui n'a pas été étudié, mais qui est évidemment un produit d'altération de cette base.)

» La formule suivante rend compte de cette transformation :

$$\underbrace{C^{16}H^{21}ClAz^{2}O}_{\text{Corps vert.}} + NaHO = ClNa + \underbrace{C^{16}H^{20}Az^{2}}_{\text{Tétraméthylbenzidine.}} + H^{2}O + O,$$

oxygène actif dont on a constaté la présence, comme je l'ai dit plus haut, ou qui réagit sur une petite portion de la base en donnant le corps cireux.

» La transformation spontanée du corps vert s'explique en admettant, dans ce cas, que le corps cireux est un produit chloré dérivé de la base.

» Quant à la constitution du vert, elle peut être envisagée comme représentée par la formule suivante

$$\begin{array}{l} \diagup Cl \\ C^{6}H^{4}-Az \equiv (CH^{3})^{2} \\ \;| \diagdown CH^{2} \\ C^{6}H^{4}-Az \langle \\ \diagdown CH^{3} \end{array} + H^{2}O,$$

qui rend compte des faits observés, mais dont il est difficile de prouver l'exactitude à cause de l'altérabilité du corps. Cette constitution est d'accord avec celle qu'a donnée M. Würster au produit d'oxydation de la tétraméthyl-paraphénylènediamine [1]. »

---

[1] Collège de France, laboratoire de M. Schützenberger.

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude du noyau chez les Spongiaires.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les travaux publiés durant ces dernières années sur les Spongiaires n'ont généralement accordé qu'une faible attention au noyau, laissant ainsi dans l'ombre des faits dignes d'intérêt. On peut d'autant mieux s'en étonner que le noyau se prête, dans ce groupe, à des recherches particulièrement instructives. Nulle part il n'est plus facile à observer, divers Arthropodes pouvant seuls être comparés, sous ce point de vue, aux Spongiaires; encore conseillerais-je plutôt l'étude de ceux-ci aux débutants qui cherchent à acquérir rapidement une connaissance suffisante de la cellule et de son noyau.

» Dans ce cas, et en raison même de la simplicité des tissus, il n'est pas nécessaire de recourir à une technique compliquée : la fixation par l'alcool au tiers, puis la coloration par le vert de méthyle ou le picrocarmin permettent d'apprécier les rapports généraux. J'ai à peine besoin d'ajouter que, pour les détails plus minutieux, lorsqu'il s'agit par exemple de rechercher la membrane nucléaire ou de découvrir le mode de répartition de la nucléine, on doit user d'une méthode plus rigoureuse : la fixation par l'alcool absolu et l'emploi de la cochenille alcoolique peuvent être spécialement recommandés, afin d'éviter la macération, parfois rapide, que subissent les éléments des Spongiaires. En ce qui concerne la décalcification ou la désilicification, on n'a qu'à appliquer les procédés ordinaires.

» Parmi les types qui se prêtent le mieux à de telles investigations, je dois citer les *Leucosolenia coriacea, Ascandra variabilis, Sycandra ciliata, Pencillaria mammillaris*. Je pourrais également y ajouter la *Microciona armata;* mais, d'une façon générale, les calcisponges doivent être préférées, en raison des dangers inséparables de la désilicification.

» Il est surtout nécessaire de bien choisir la région particulièrement favorable à l'étude du noyau : elle répond à la frontière du mésoderme et de l'ectoderme. Les éléments mésodermiques sont toujours les plus intéressants; cependant on trouve souvent des dispositions analogues dans les cellules de l'ectoderme. Celui-ci est, en effet, moins simple, moins rudimentaire que ne le représentent les auteurs; ses éléments offrent de nombreuses modifications, en rapport avec diverses adaptations fonctionnelles sur lesquelles je ne puis insister actuellement.

» Si l'on se borne à considérer le noyau dans un examen rapide, limité à quelques préparations, on peut être tenté de le décrire comme uniformément sphéroïdal ou elliptique. Dès qu'on multiplie les observations, on le voit revêtir des aspects variés. Tantôt recourbé en virgule ou en fer à cheval, tantôt simulant un croissant ou un boulet ramé, il se montre ailleurs allongé, aplati ou moniliforme. Rarement il est ramifié; on peut dire que lorsqu'il quitte la forme arrondie (surtout fréquente ici parmi les noyaux jeunes), c'est pour tendre vers la forme rubanée, tendance fort intéressante et sur laquelle je reviendrai bientôt.

» La membrane nucléaire est souvent très visible, ce qui tient à deux circonstances. En premier lieu, le protoplasma cellulaire ambiant au noyau est presque toujours clair et peu granuleux ([1]); d'autre part, le mode de groupement de la nucléine aide à mettre la membrane en évidence.

» L'intérieur du noyau est effectivement formé surtout par une substance plasmatique dans laquelle la nucléine se montre, soit en tronçons ou en filaments agglomérés vers un des bords du noyau, soit en nucléoles nucléiniens pareillement localisés. Il en résulte que, sur tout le reste du noyau, la membrane se détache nettement entre le plasma cellulaire qui lui est externe et le plasma nucléaire qui lui est interne.

» Sans développer davantage cet exposé, je me permets d'appeler l'attention sur les caractères morphographiques du noyau. Sa forme recourbée, allongée ou rubanée, rappelle singulièrement ce qui s'observe chez nombre de Protozaires, et ce rapprochement ne laisse pas d'offrir, pour l'histologie zoologique, un réel intérêt.

» Depuis longtemps, on a signalé la parenté des cellules constitutives des Spongiaires avec les formes cellulaires que présentent divers Protozoaires. D'où cette image classique, assimilant l'Éponge à une colonie d'Amibes et d'Infusoires. Les progrès de la Cytologie moderne ne nous permettent plus de nous arrêter à ce rapprochement fondé sur la considération des cellules; c'est aux noyaux, dont l'importance croît chaque jour, qu'il convient de l'étendre, et tel est le but que je me suis efforcé d'atteindre en poursuivant les présentes recherches. »

([1]) C'est pour ce motif que je recommande de choisir les éléments mésodermiques situés au voisinage de l'ectoderme et non auprès de l'endoderme. Dans ce dernier cas, ils sont généralement chargés de produits divers, de réserves alimentaires, etc.; leur protoplasma disparaît donc ou perd toute limpidité.

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau genre d'Acarien sauteur* (Nanorchestes amphibius) *des côtes de la Manche*. Note de MM. Topsent et le Dr Trouessart, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La faculté de sauter, si commune chez les Insectes et les Thysanoures, est excessivement rare chez les Arachnides et les Acariens, aussi saisissons-nous avec empressement l'occasion de faire connaître un nouveau type de ce dernier groupe, à habitudes marines, et chez lequel cette faculté est remarquablement développée.

» C'est à Luc-sur-Mer (Calvados) que l'attention de l'un de nous (M. Topsent) fut attirée par des œufs d'un beau rouge et de très petite taille, que l'on trouve déposés par petits tas dans les fentes de la grande oolithe dont sont formés les rochers de cette côte. Il fut facile de s'assurer que ces pontes sont l'œuvre d'un très petit Acarien qui court à marée basse sur la grève et saute, quand on veut le saisir, en faisant des bonds énormes, comparables à ceux d'une puce. Aussi, pour s'en emparer, est-il indispensable de se servir d'une pince ou d'un pinceau trempé dans l'huile ou dans la glycérine, et d'engluer en quelque sorte l'animal en le prenant par surprise.

» Cet Acarien se cache, pendant la haute mer, dans les fentes les plus étroites de la grande oolithe où l'air empêche l'eau de pénétrer. Dans ce milieu humide il dépose ses œufs, très abondants, surtout en mai et juin. Lorsqu'un coup de vent du large amoncelle du sable sur les rochers où vit l'animal, celui-ci disparaît, restant probablement caché dans les fentes et attendant qu'un nouveau coup de vent vienne déblayer sa retraite. C'est là aussi qu'il doit passer l'hiver, car on n'en voit plus dans cette saison.

» Rien dans la structure de l'animal n'indique à première vue l'agilité extrême dont il est doué.

» Le corps est trapu, ovoïde; l'abdomen, fortement renflé aux épaules comme dans les espèces typiques du genre *Trombidium* (*T. holosericeum*, par exemple), est échancré en avant pour donner attache au céphalothorax, qui est plus étroit, enchâssé en quelque sorte dans l'abdomen et bien distinct de celui-ci. Le rostre est grand, découvert, distinct du céphalothorax, en cône tronqué, plus long que large. Les palpes sont bien développés, libres, robustes, coniques, formés de quatre articles dont le basilaire est le plus long et le plus gros, les autres allant en diminuant; le terminal porte à son extrémité une papille cratériforme entourée de petits poils courts, recourbés, cirriformes. Les mandibules, peu développées, sont conformées, ainsi que les autres

parties de la bouche, comme dans le genre *Ereynetes* (Berlese). Les pattes sont robustes, cylindriques, plus courtes que l'abdomen, sensiblement égales entre elles, insérées très en avant, les deux paires antérieures de chaque côté du rostre, les deux paires postérieures avant la moitié de la longueur du corps, point où l'abdomen est un peu étranglé sur les flancs. Le tarse, presque deux fois long comme le pénultième article, est conique, atténué à son extrémité qui est tronquée obliquement en dessous et fortement échancrée en dessus pour recevoir l'ongle unique qui le termine. Cet ongle est aigu, fortement recourbé en crochet, et il n'y a pas trace de caroncule.

» Par ses caractères, cet Acarien nous semble ne pouvoir être placé que dans la famille des *Trombididæ* et la sous-famille des *Eupodinæ*. La séparation très nette existant entre l'abdomen et le céphalothorax, la présence d'un ongle unique à l'extrémité des pattes, etc., ne permettent pas de confondre cette espèce avec aucun des genres de cette sous-famille, notamment avec les genres *Ereynetes*, *Nörneria* (*Scyphius*), *Notophallus*, dont elle se rapproche le plus. Nous proposons d'en faire un genre distinct sous le nom de *Nanorchestès amphibius*, g. et sp. n.

» La couleur de cette espèce est un brun verdâtre, avec le rostre et les pattes d'un jaune testacé. Les téguments sont finement et régulièrement striés. Tout le corps est couvert de poils courts, flabelliformes, plus nombreux sur la région postérieure de l'abdomen. Sur les pattes et les palpes, ces poils sont plus longs et plumeux; deux poils longs et forts, brièvement barbelés et dirigés en avant, se voient de chaque côté du céphalothorax, à la région dorsale. Pas un seul poil simple ne s'aperçoit sur tout le corps. L'anus est situé à la région inférieure de l'abdomen, au milieu d'une petite plaque parfaitement ronde. La longueur totale est de $0^{mm},35$ sur $0^{mm},16$ à 18 de large : les pattes ont environ $0^{mm},20$.

» La conformation des pattes permet difficilement de s'expliquer le mécanisme des bonds énormes que fait l'animal. Dans le *Zetorchestes micronychus* (Berlese), seule espèce précédemment connue, parmi les Acariens, comme possédant la faculté de sauter, les pattes postérieures jouent le principal rôle dans le saut, comme chez les Puces et les Altises. Mais chez le *Nanorchestes amphibius* les pattes postérieures ne diffèrent en rien des autres. Il est probable que l'animal replie sous lui ses quatre paires de pattes et s'élance en les détendant brusquement. La forme du tarse, notamment la troncature de la face inférieure, l'échancrure de la face supérieure, destinée à recevoir l'ongle qui, sans cela, s'accrocherait et s'émousserait dans l'acte du saut, nous paraissent donner beaucoup de force à cette hypothèse, dont l'observation directe seule pourra démontrer la réalité. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des sables et argiles bigarrés du SudE-st.* Note de MM. **Ch. Depéret** et **V. Leenhardt**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Peu de terrains ont donné lieu à autant de controverses, au sujet de leur origine et de leur âge, que les formations désignées sous le nom de *sables et argiles bigarrés*, et répandues en nombreux lambeaux, au pied des chaînes subalpines, depuis les environs de Grenoble jusqu'à la vallée inférieure de la Durance.

» Pendant longtemps, ces formations rutilantes ont été comprises dans un horizon unique, attribué généralement au sidérolithique, c'est-à-dire à l'éocène le plus élevé. Cependant Fontannes avait déjà démontré l'antériorité de ces sables bigarrés à l'éocène moyen dans le bassin d'Apt, et il était disposé à les réunir au crétacé, probablement au cénomanien. Dans une Note récente (*Bull. service Carte géol.*, n° 16), MM. Kilian et Leenhardt se sont attachés à justifier l'attribution au crétacé de la partie inférieure de ces formations bigarrées dans les environs d'Apt, tout en faisant des réserves en ce qui concerne la partie supérieure du système. D'autre part, dans le même *Bulletin*, les auteurs de la présente Note ont montré la grande extension que prennent, dans le bassin d'Apt, les calcaires de l'éocène moyen à *Bulimus Hopei*, et la superposition constante de ces calcaires sur les sables et argiles bigarrés.

» De nouvelles recherches pour le levé géologique de la feuille de Forcalquier permettent aujourd'hui aux auteurs d'établir dans le sud-est l'existence d'un horizon de sables et argiles bigarrés, distinct de l'horizon crétacé du bassin d'Apt, et appartenant à l'*éocène inférieur*.

» 1° *Bassin d'Apt*. L'horizon crétacé des sables et argiles bigarrés des environs d'Apt comprend une puissante masse compacte de sables versicolores, blancs, rouges, ocres, lie de vin, stratifiés seulement en grand et dépourvus de conglomérats et même de graviers roulés de quelque volume. Dans la partie méridionale du bassin d'Apt, ces sables crétacés se terminent généralement par des sables cohérents qui passent à des grès durs et, par places, à un banc de quartzite foncé.

» Sur ce banc de quartzite, qui constituerait une excellente limite s'il n'était pas si localisé, on observe en quelques points (à Saint-Pantaléon par exemple) une première couche de conglomérat grossier, formé d'éléments siliceux peu roulés.

» Au-dessus viennent des sables marbrés de taches lie de vin, assez semblables par leur aspect aux sables crétacés, mais en général un peu plus meubles, et contenant çà

et là de très *petit galets siliceux bien roulés*. Enfin plus haut encore, on observe une couche de conglomérat grossier, siliceux, associé à un *grès blanc piqueté de points roses*, qui est très répandu et très caractéristique à ce niveau. Ce nouvel ensemble, facile à confondre à première vue avec les sables crétacés, mais distinct par sa nature franchement clastique, forme un horizon autonome, qui ravine les sables crétacés auxquels il a emprunté la majeure part de ses éléments; cet horizon, ainsi qu'on le verra plus loin, s'étend transgressivement bien au delà des limites géographiques des sables bigarrés crétacés. En raison du grand développement de ce nouvel horizon dans les environs de Mérindol (vallée de la Durance), nous proposons de le désigner sous le nom de *groupe des sables bigarrés de Mérindol*.

» Dans le bassin d'Apt, l'horizon de Mérindol est nettement recouvert et raviné (à Goult par exemple) par l'éocène moyen. Ce dernier débute par un conglomérat puissant à gros galets arrondis, d'apport lointain et de nature surtout calcaire; au-dessus viennent des masses brunes à nombreuses concrétions calcaires, et le système se termine par des calcaires grumeleux ou pisolithiques à *Bulimus Hopei*.

» 2° *Vallée de la Durance*. A Mérindol, sur le revers sud de l'anticlinal du Léberon, les sables crétacés font défaut. En revanche, l'horizon de Mérindol est puissant et montre à sa partie supérieure le grès blanc piqueté de rose déjà signalé à ce niveau dans le bassin d'Apt. Au-dessus se développe l'éocène moyen, à faciès plus calcaire que dans ce dernier bassin, et où l'on distingue un horizon inférieur de calcaires compactes à *Bulimus Hopei*, et un horizon supérieur grumeleux à *Planorbis pseudo-ammonius*.

» Enfin, au sud de la Durance, à Orgon, on observe également le calcaire compacte à *Bulimus Hopei* superposé aux sables bigarrés de l'horizon de Mérindol, identiques trait pour trait à ceux de cette dernière localité. Mais ici la limite inférieure d'âge de cet horizon se trouve nettement tranchée par *leur superposition au calcaire de Rognac*, c'est-à-dire au danien supérieur. Ainsi compris entre le calcaire de Rognac et la base de l'éocène moyen, les grès et sables de Mérindol ne peuvent correspondre qu'à l'étage de Vitrolles, c'est-à-dire à l'éocène inférieur.

» *Conclusions*. — Il existe dans le sud-est un horizon de sables et argiles bigarrés distinct de l'horizon des sables bigarrés crétacés des environs d'Apt par sa nature clastique et par sa transgressivité par rapport à ce dernier système.

» Ce nouvel horizon (horizon de Mérindol) existe à la fois dans le bassin d'Apt, où il recouvre et ravine les sables crétacés, et dans la vallée de la Durance, où il se montre à l'exclusion des sables crétacés. Partout il est recouvert et raviné par l'éocène moyen à *Bulimus Hopei* et à *Planorbis pseudo-ammonius*. A Orgon, il repose à son tour sur le calcaire de Rognac et se trouve ainsi placé stratigraphiquement au niveau de l'étage de Vitrolles, c'est-à-dire de l'éocène inférieur.

» La grande transgressivité des sables bigarrés suessoniens sur les sables crétacés permet de penser que la majeure partie au moins des sables

bigarrés du Dauphiné, dont la nature clastique est attestée par la présence de conglomérats et de brèches, se rapporte aussi à cet horizon de l'éocène inférieur. Il est bon de remarquer à l'appui de cette hypothèse que la position de ces lambeaux du Dauphiné est tout à fait indépendante des couches du crétacé moyen, et se relie au contraire dans son ensemble à la distribution géographique des dépôts tertiaires. Il faut remarquer aussi que, tandis que le gault et le cénomanien sont représentés dans le Dauphiné par des faciès normaux, l'éocène inférieur semblait jusqu'ici faire défaut dans toute cette vaste région. L'attribution des sables bigarrés au suessonien vient donc combler cette lacune importante. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Observations sur les extraits de viande.* Note de M. **Balland.** (Extrait.)

« .... *Conclusions.* — L'étain, le plomb, et leurs alliages *en quelque proportion que ce soit,* sont attaqués très lentement par les acides les plus faibles, contenus dans les conserves alimentaires. L'attaque est en rapport direct avec la surface en contact.

» L'étain employé à la fabrication du fer-blanc, qui contient des traces de plomb et 1 à 2 centièmes de cuivre et d'autres métaux, offre plus de résistance aux acides des conserves que l'étain chimiquement pur ou chargé de plomb.

» Aujourd'hui que l'industrie ne conteste plus la possibilité de faire des soudures à l'étain fin [1], il y aurait lieu de ne tolérer, pour toutes les soudures de boîtes de conserves, que l'étain employé à la fabrication du fer-blanc. On verrait ainsi disparaître ces soudures plombifères que l'on trouve si souvent à l'intérieur des boîtes de provenance étrangère [2] et avec elles, sans doute, bien des méfaits dont on charge actuellement un métal qui, de tout temps, a passé pour inoffensif. »

---

(1) *Recueil des travaux du Comité d'hygiène publique de France,* t. XIX, 1889.

(2) J'ai trouvé fréquemment, dans des produits étrangers, des soudures intérieures, très habilement faites d'ailleurs, qui contenaient 45 à 50 pour 100 de plomb.

M. **Mascart**, en présentant à l'Académie un travail de M. le général *A. de Tillo*, intitulé : « Répartition de la pression atmosphérique sur le territoire de l'empire de Russie et sur le continent asiatique, d'après les observations depuis 1836 jusqu'à 1885 », s'exprime comme il suit :

« Dans ce travail considérable, qui est accompagné d'un atlas de 69 cartes, l'auteur discute les observations de pression recueillies sur l'immense territoire de l'empire russe, tant en Europe qu'en Asie, pendant une période de cinquante années. Le nombre des stations s'élève à 136.

» M. de Tillo examine non seulement les valeurs mensuelles et annuelles, mais la variabilité de la pression dans les différentes stations, les amplitudes mensuelles, les valeurs des maxima et des minima absolus et les relations qui existent entre les variations de la pression et celles de la température.

» La pression la plus haute qui ait été notée dans toutes ces stations est de $802^{mm},8$, réduite au niveau de la mer et à la latitude de 45° ; elle a été observée à Barnaoul (Sibérie) en décembre 1877 ; c'est la valeur la plus élevée que l'on connaisse jusqu'ici.

» Quelques-uns des résultats précédents avaient déjà été signalés par différents auteurs. Le travail de M. le général de Tillo les rassemble sous une forme plus complète et définitive; il sera consulté avec profit pour toutes les études générales sur les régimes de l'atmosphère. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son doyen M. Daubrée, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Edmond Hébert* :

En première ligne	M. **Mallard**.
En deuxième ligne ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. **Hautefeuille**. M. **Michel Lévy**.
En troisième ligne ex æquo *et par ordre alphabétique*	M. **Barrois**. M. **Marcel Bertrand**. M. **de Lapparent**.

En quatrième ligne ex æquo *et par ordre alphabétique* . . . . { M. **Jannettaz.** M. **Stanislas Meunier.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 décembre 1890.

Acta mathematica. Journal rédigé par G. Mittag-Leffler. 13 : 182. Stockholm, F. et G. Beijer, 1890; in-4°.

Résumé météorologique de l'année 1889 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard, par* A. Kammermann. Genève, Aubert-Schuchardt, 1890; br. in-8°.

Statistique sanitaire. — Relevé de la mortalité générale et des principales causes de décès dans les villes de France et d'Algérie de 5000 *habitants et au-dessus, pour l'année* 1889. Melun, Imprimerie administrative, 1890; br. in-8°.

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France. Tome CXXXIII. Paris, Georges Chamerot, 1898; 1 vol. in-8°.

Répartition géographique de la pression atmosphérique sur le territoire de l'Empire de Russie et sur le continent asiatique d'après les observations depuis 1836 *jusqu'à* 1885, avec Atlas et Cartes, *par* le général Alexis de Tillo, 1890; in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Transactions of the Seismological Society of Japan; vol. XV. Yokohama; in-8°.

Results of astronomical and meteorological observations made at the Radcliffe observatory, Oxford, in the year 1886, under the superintendence of Edward James Stone. vol. XLIV. Oxford, James Parker and C°, 1890; gr. in-8°.

Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Leistungs-Fähigkeit der Muskelsubstanz; von J. Gad und J.-F. Heymans, 1890; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 3 novembre 1890.)

Notice de M. *Daubrée*, sur les travaux de M. Pierre de Tchihatchef :

Page 626, ligne 15, *au lieu de* 1815, *lisez* 1808.
Même page, ligne 17, *au lieu de* 75 ans, *lisez* 82 ans.

(Séance du 17 novembre 1890.)

Note de M. *Jules Fenyi*, Ascension rapide d'une protubérance solaire :

Page 724, ligne 22, *au lieu de* $-20°13'$, *lisez* $-27°13'$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 DÉCEMBRE 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

STATISTIQUE. — *La relation générale de l'état et du mouvement de la population;* par M. **Émile Levasseur**, membre de l'Académie des Sciences morales et politiques.

« *La variabilité des phénomènes démographiques.* — Dans toutes les sociétés, les nombres relatifs à la vie et à la mort que relève la statistique varient d'une année à l'autre. Les rapports que la Démographie calcule subissent ainsi sans cesse des modifications, dont les unes sont des accidents temporaires et les autres correspondent à un changement constitutionnel dans l'état physique ou moral de la population. Nulle part on ne trouve un ensemble de points constamment fixes, qui permette de poser des règles immuables. Toutefois, ces variations ne se produisent pas au hasard, et souvent même elles sont une confirmation de la loi, comme les perturbations des planètes confirment la loi de la gravitation.

» Cependant les sceptiques s'autorisent de cette mobilité pour nier qu'il y ait des lois de la population et, partant, une science de la Démographie.

» Sans doute, l'humanité est, comme dirait certaine école allemande, dans un « devenir perpétuel ». Mais, si elle se meut, c'est dans un cercle limité et, si ce cercle lui-même se déplace, c'est peu à peu et sans sortir d'une certaine sphère. Les faits attestent cette régularité relative; qu'ils se rapportent à la même population considérée dans la suite des temps, ou à des populations différentes dans le même temps, ils marquent leurs variations extrêmes par les limites mêmes du déplacement. En voilà assez pour reconnaître qu'il existe des lois.

» Il est vrai que la Démographie est une science morale et que les lois du monde moral, dans lequel la volonté de l'homme intervient comme facteur et parfois comme perturbateur, ne sauraient jamais avoir la rigidité des lois de la matière.

» *Le taux comparé des naissances, des mariages et des décès en France et en Europe dans le temps présent.* — Le Tableau suivant met en parallèle la moyenne et les extrêmes de la natalité, de la nuptialité et de la mortalité en France et en Europe.

» D'un État à l'autre, la natalité moyenne varie aujourd'hui du simple (France) au double (Russie). En France, elle a, au dix-neuvième siècle, varié presque du simple au triple d'un département à l'autre; elle a diminué d'un quart pour l'ensemble de la population, d'après les moyennes décennales. La France est aujourd'hui au bas de l'échelle de la natalité européenne.

» La nuptialité comparée présente des différences plus accentuées. Le pays qui est au premier rang (Serbie) compte en effet deux mariages et demi contre un mariage dans celui qui est au dernier (Irlande). La France est un peu au-dessous de la moyenne générale de l'Europe.

» Les différences qu'y présente la Statistique française, depuis le commencement du siècle, ne paraissent très fortes ni d'un département à l'autre dans le même temps ni dans la moyenne générale pour la suite des périodes (8 et 7,4).

» La nuptialité varie en réalité plus qu'elle ne paraît de prime abord; car un mariage implique deux époux. Ainsi, 26 habitants environ sur 1000 sont entrés en ménage en 1813 et 12 seulement en 1870 : différence, 14 entre l'année du maximum et celle du minimum, tandis que cette différence n'est que de 11 pour la natalité (années 1814 et 1871) et de 13,5 pour la mortalité. Des trois grands phénomènes démographiques, le mariage est

le plus variable : c'est qu'il dépend plus que les autres du libre arbitre.

» La mortalité française est au nombre des plus faibles de l'Europe ; ce qui est dû en partie à la qualité de notre population et en plus grande partie à la faiblesse de notre natalité. Entre le pays le plus indemne (Norvège) et le plus frappé (Croatie) la différence est plus que du simple au double.

» Entre les départements français, la différence est aussi du simple au double ; entre les périodes décennales de la mortalité française, elle n'est que du quart.

TABLEAU COMPARATIF DU MOUVEMENT DE LA POPULATION

(Rapport par 1000 habitants).

États.		Maximum.		Moyenne.	Minimum.	
		Naissances.				
France	par année	1814	33,4	25 (1873-1885)	1871	22,6
	par période	1801-1810	32,3		1881-1888 [1]	24
	par département	Pyrén.-Orient. (1801-1810)	44		Lot (1877-1881)	16,3
Europe (période 1865-1883)		Russie	48	38,5	France	25,4
		Mariages.				
France	par année	1813	12,9	7,7 (1873-1885)	1870	6
	par période	1831-1850	8		1881-1888 [1]	7,4
	par département	Vendée (1801-1810)	10,5		Côtes-du-Nord (1831-1840) [2]	4
Europe (période 1865-1883)		Serbie	12	8,4	Irlande	4,8
		Décès.				
France	par année	1871	34,8	22,3 (1873-1885)	1845	21,2
	par période	1801-1810	28,2		1881-1888 [1]	22,3
	par département	Pyrén.-Orient. (1801-1810)	38		Creuse (1877-1881) [2]	16,4
Europe (période 1865-1883)		Croatie	38,7	28	Norvège	17,2

» Des chiffres de ce Tableau il résulte que, pour les grands phénomènes de la démographie, les extrêmes, — lesquels sont d'ailleurs relativement rares, — ne s'écartent de la moyenne que d'une quantité limitée, et une

(1) En 1889, la moyenne générale de la France a été 23 pour les naissances, 7,1 pour les mariages, 20,9 pour les décès.

(2) En 1889, le minimum a été pour les naissances 14,3 dans le Lot-et-Garonne, pour les mariages 6,0 dans les Hautes-Pyrénées et pour les décès 15,5 dans l'Indre.

étude plus détaillée montre que ces phénomènes se produisent partout dans un certain ordre et avec une certaine régularité. Il faut chercher les causes de cette régularité, d'une part, dans la condition physiologique de l'homme et, d'autre part, dans l'état social et moral des peuples. La première ne change pour ainsi dire pas. La seconde ne se modifie que lentement et, quelles que soient les révolutions politiques d'un État, continue pendant une longue suite d'années à exercer à peu près la même influence. Entre la natalité de la France qui est de 25 et la mortalité qui est de 22,3 la différence, c'est-à-dire l'excédent ou accroissement naturel de la population (sans tenir compte de l'émigration et de l'immigration), est aujourd'hui de 2,7, autrement dit de 27 par 10000 habitants. La Statistique accuse une différence de 4,1 au commencement du siècle; mais le rapport calculé pour cette époque se trouve probablement un peu exagéré par suite des omissions qui ont pu avoir lieu dans l'enregistrement des décès et dans les recensements de la population.

» L'excédent moyen en Europe (Russie comprise) est de 9,5, soit presque 1 pour 100, résultat d'une natalité très supérieure à celle de la France et, partant, d'un plus grand nombre d'enfants par mariage (4,5 au lieu de 2,9, y compris les enfants illégitimes).

» *La suite des trois grands faits démographiques en France.* — De 1825 à 1875, la nuptialité s'est à peu près soutenue en France; elle était plus faible au commencement du siècle que dans la seconde moitié, mais elle s'est affaiblie de nouveau depuis 1875; cependant on ne peut pas dire que, de ce côté, l'état démographique de la France soit profondément modifié.

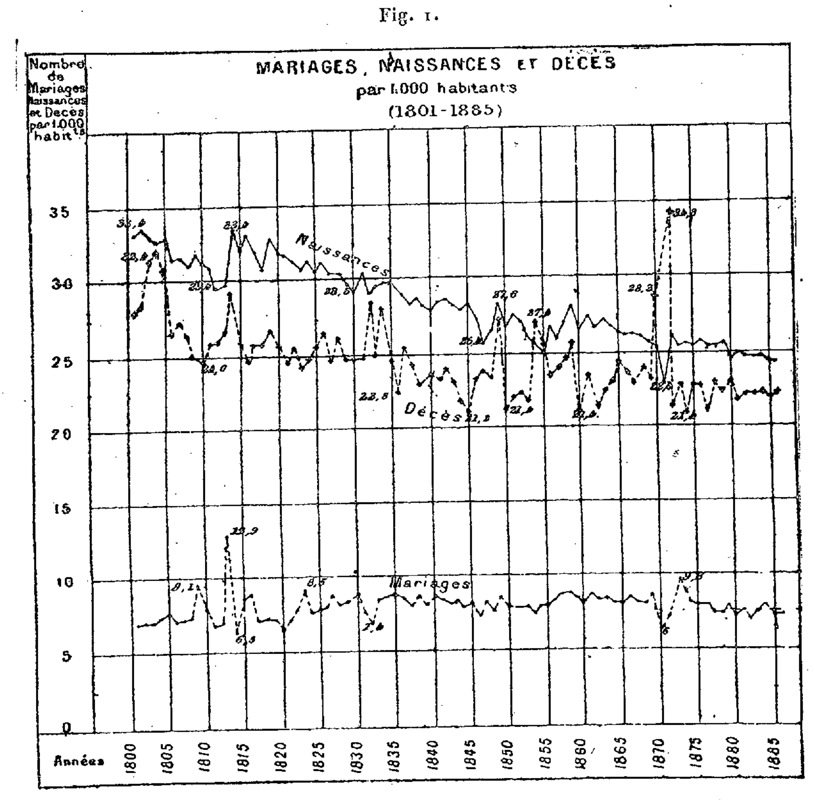
» Au contraire, il l'est manifestement pour la natalité et la mortalité qui ont diminué l'une et l'autre et dont les courbes suivent à peu près la même inclinaison. Il y a pourtant une différence entre elles; la natalité, dont la diminution a été rapide dans la première moitié du siècle, a baissé encore sensiblement dans la seconde; la mortalité, qui s'est trouvée réduite non moins rapidement jusqu'en 1850, a peu diminué depuis cette date. Le rapprochement des deux courbes indique que l'excédent des naissances sur les décès s'est un peu réduit (voir *fig.* 1). Si la courbe de la mortalité est plus accidentée que les deux autres, c'est que, des trois grands phénomènes démographiques, les décès sont celui sur lequel les fléaux exercent l'influence la plus immédiate.

» *Les rapports des naissances, des mariages et des décès par département.* — Les départements français, différant par leur natalité et leur mortalité, ne sauraient avoir tous le même excédent.

» Cet excédent peut être fort, malgré la mortalité, là où il y a un très grand nombre de naissances, comme en Bretagne et en Flandre, et peut même se produire avec une natalité moyenne, si la mortalité est très faible, comme dans la plupart des départements du Centre.

» D'autre part, la mortalité peut dépasser la natalité et laisser un vide, ainsi qu'on le constate dans des départements du bassin du Rhône où l'ap-

Fig. 1.



Nuptialité, natalité et mortalité comparées en France (1801-1886).

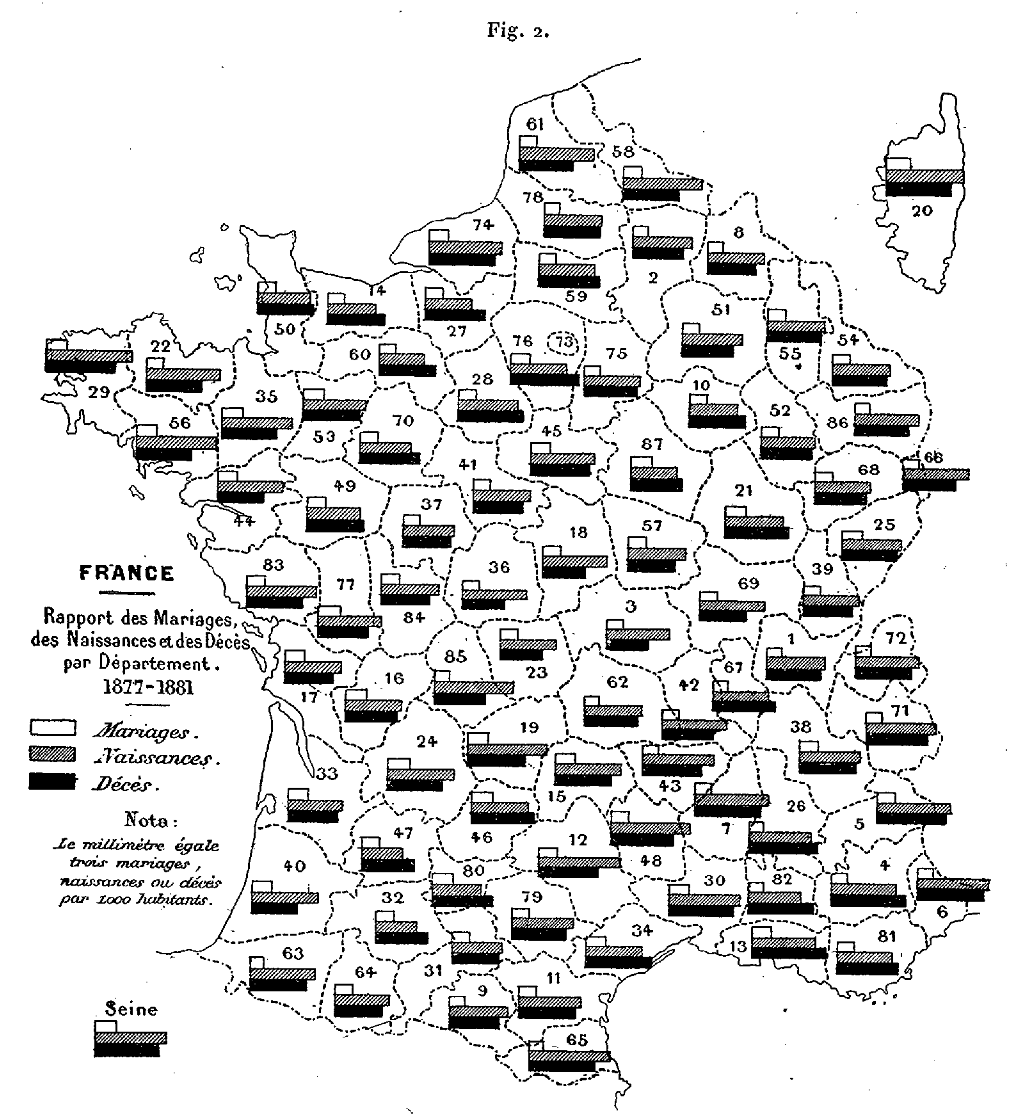
port de la natalité est pourtant considérable et dans ceux de la vallée de la Garonne et de la Normandie où il est faible.

» Les deux cartes ci-jointes permettent de comparer les départements sous ce double rapport (voir *fig.* 2 et 3) [1].

[1] Ces deux cartes sont dressées d'après les moyennes quinquennales de la période 1877-1881 qui, ayant 25 pour taux de natalité, exprime mieux l'état moyen de la population française que la période de 1877-1886 durant laquelle il y a un nouvel affaiblissement de natalité.

» *Les phénomènes secondaires* (*mort-nés, illégitimité, divorce, suicide*). — Les phénomènes secondaires de la démographie ne modifient que dans une

Fig. 2.



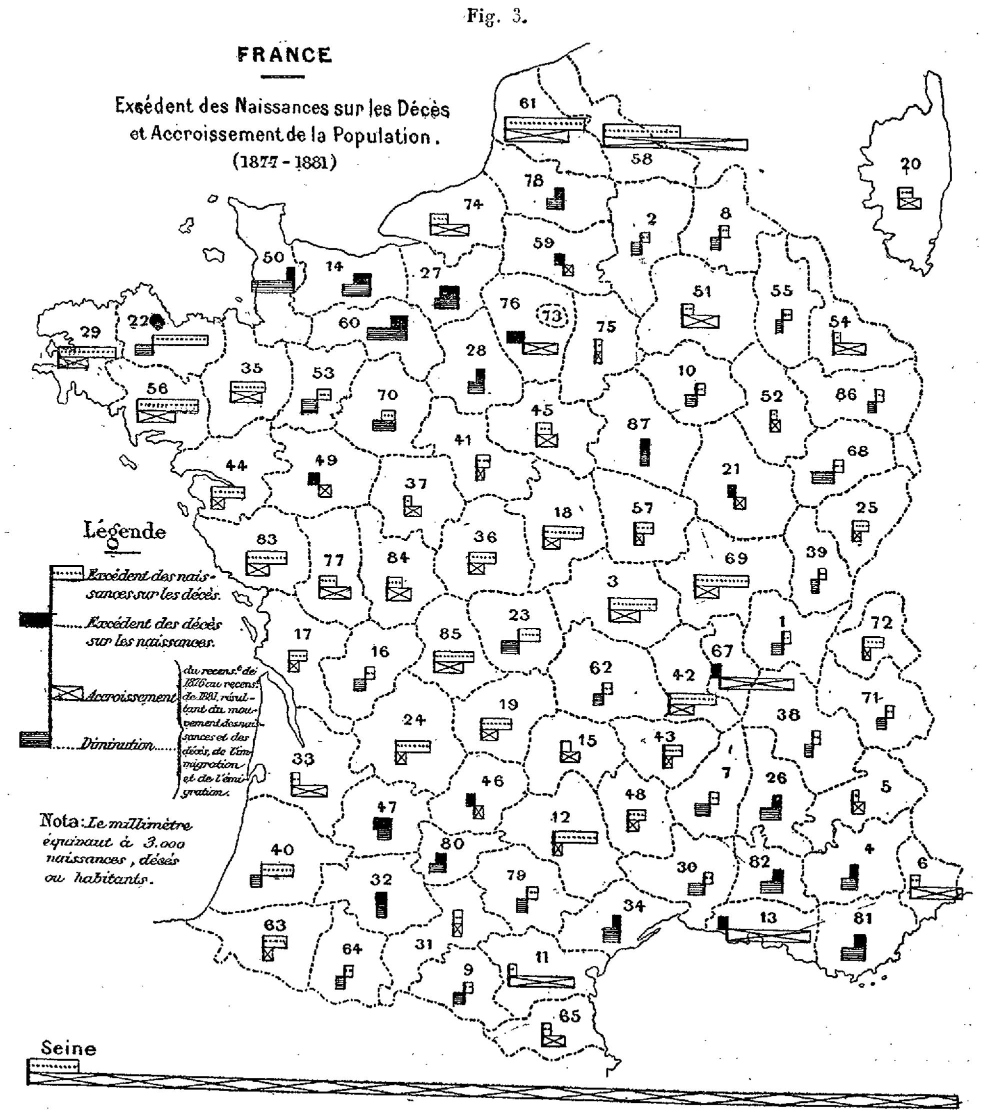
Rapport des mariages, des naissances et des décès en France par département (période 1877-1881).

faible proportion les rapports résultant de la natalité, de la nuptialité et de la mortalité.

» Les mort-nés, dont la statistique est imparfaite dans la plupart des États, n'ajoutent pas plus de 5 pour 100 au total des conceptions connues;

il est probable qu'en France leur taux véritable ne dépasse pas même 4 pour 100.

Fig. 3.



Excédent des naissances sur les décès et taux d'accroissement de la population par département (1877-1881).

» Les naissances illégitimes occupent une plus large place. Elles comptent en France à raison de 7,5 pour 100 environ (moyenne de 1871-1888 qui a même dépassé 8 pour 100 depuis 1884) dans le total des nais-

sances vivantes. Leur nombre y a peu varié depuis un demi-siècle, quoiqu'il ait une certaine tendance à augmenter depuis une dizaine d'années. La France représente à peu près la moyenne européenne, avec une illégitimité supérieure à celle de l'Europe orientale et méridionale et inférieure à celle de la race germanique.

» La séparation et le divorce rompent environ 1 union sur 100 (8 par 1000 mariages célébrés en France dans la période décennale qui a précédé le divorce; 12 de 1880 à 1887, période dans laquelle le divorce s'est ajouté à la séparation). Si l'on excepte l'Amérique et quatre ou cinq États européens, à la tête desquels se place la Suisse, on peut dire que jusqu'ici ces ruptures n'altèrent pas sensiblement l'état démographique de l'Europe, quoique le nombre des divorces ait augmenté depuis quelques années en même temps que diminuait celui des mariages.

» Il en est de même des suicides qui, malgré le regrettable accroissement que la Statistique signale, ne figurent encore que pour une petite fraction dans la mortalité, puisqu'en France on n'enregistre guère que 1 suicide par 150 décès.

» *Tableau théorique de la composition d'une population par âge, sexe et état civil.* — La natalité et la mortalité (auxquelles il faut joindre les migrations) sont les causes qui déterminent la distribution de la population par âge.

» Entre la dîme mortuaire et la table de survie d'une population, il existe des rapports intimes qui sont d'une précision mathématique. Dans le Tableau ci-joint et dans la figure qui l'accompagne (voir *fig.* 4), nous avons essayé de condenser, aussi simplement que possible, les principaux faits de l'état et du mouvement démographique et de présenter approximativement les proportions qui existent entre les groupes d'une population. Nous avons choisi pour type une population composée de 1000 personnes (1000 étant un terme de rapport très usité en Démographie), presque stationnaire ou du moins ayant une croissance encore plus lente que celle de la France (25 naissances et 24 décès par an).

ESSAI DE TABLEAU SYNOPTIQUE DE L'ÉTAT ET DU MOUVEMENT D'UNE POPULATION PRESQUE STATIONNAIRE,

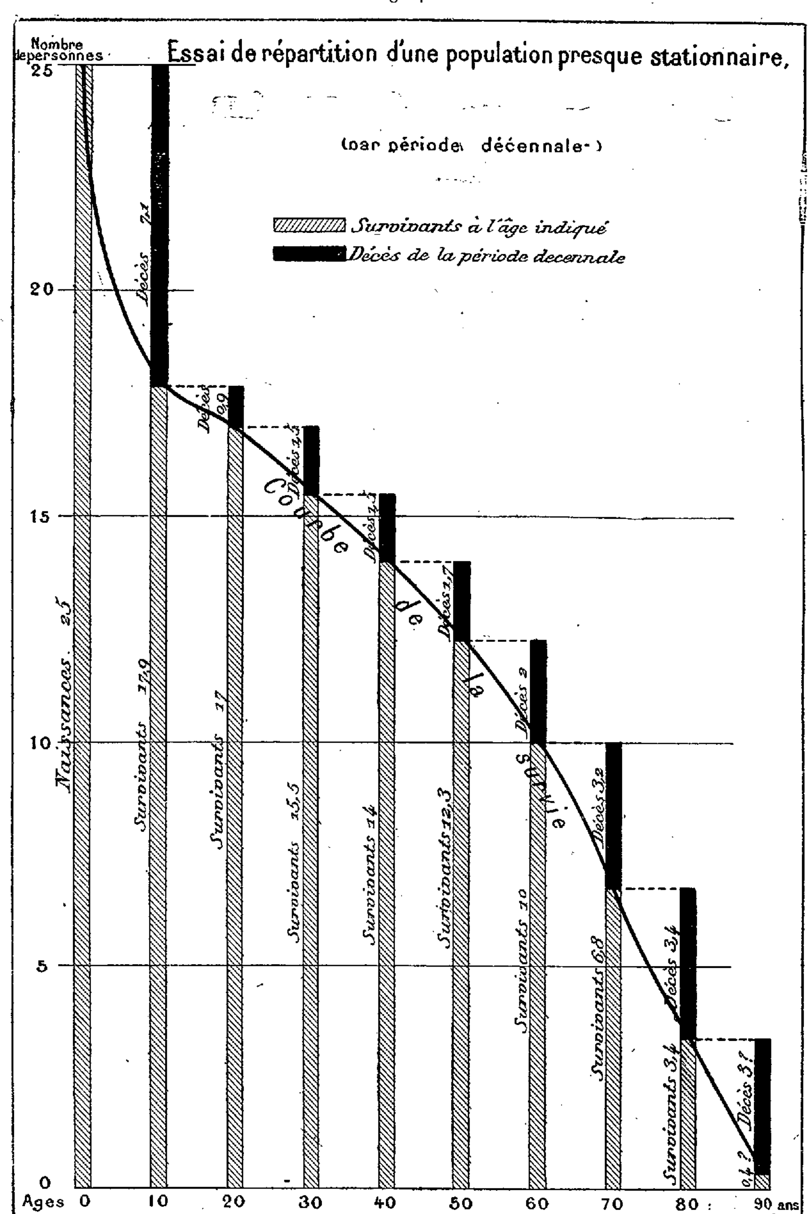
Composée de 1000 vivants, dont 498 hommes et 502 femmes.

GROUPES d'âges.	POPULATION PAR AGE ET PAR ÉTAT CIVIL — NOMBRE DE VIVANTS à diverses périodes.	par groupes de dix ans.	EN TROIS GRANDS GROUPES.		CÉLIBATAIRES. hommes.	CÉLIBATAIRES. femmes.	MARIÉS. hommes.	MARIÉS. femmes.	VEUFS et VEUVES. hommes.	VEUFS et VEUVES. femmes.	NUPTIALITÉ. époux.	NUPTIALITÉ. épouses.	MORTALITÉ. NOMBRE de décès de chaque groupe.	MORTALITÉ. DIME mortuaire pour 1000 vivants de chaque groupe d'âge.	TABLE DE SURVIE. AGE.	TABLE DE SURVIE. NOMBRE de vivants de chaque groupe.
Naissances.....	25													(1)	à la naissance.	25
0 à 1 an.....	(23)												4,6	190		
1 an à 10 ans.	(160)			Sexe masculin jusqu'à 18 ans.....	137								3,3	28		
0 à 10 ans....		183	271 enfants..												à 10 ans	18
11 à 15 ans....	(88)			Sexe féminin jusqu'à 15 ans.....		134										
16 à 20 ans....	(86)															
11 à 20 ans....		174									0,1	1,7	1,0	5	à 20 ans	17
21 à 30 ans....		159		Sexe masculin de 18 à 61 ans.....	124		169		11		4,9	4,7	1,7	9	à 30 ans	15
31 à 40 ans....		139	611 adultes..								2,1	1,2	1,5	10	à 40 ans	14
41 à 50 ans....		124		Sexe féminin de 15 à 61 ans........		102		179		26	0,5	0,3	1,7	12	à 50 ans	12
51 à 60 ans....		103											2,2	19	à 60 ans	10
61 à 70 ans....		73											3,0	40	à 70 ans	7
71 à 80 ans....		36	118 vieillards.	Depuis 61 ans....	5	6	36	26	16	29	0,4	0,1	3,5	80	à 80 ans	3
81 à 90 ans....		8											1,4	200	à 90 ans	1
91 et au-dessus.		1											0,1	280		
		1000	1000		266	242	205	205	27	55	8	8			Le nombre des vivants n'est indiqué que pour un certain nombre de groupes, de 0 à 10 ans. Le total de tous les groupes serait de 1000 vivants.	
					508		410		82		8 *Mariages*		24,0 *Décès*			
					1000											

(1) Cette colonne contient des rapports et non des nombres absolus. Ces rapports sont relatifs à 1000 individus de chaque groupe et non à la population totale de 1000 individus qui est représentée dans ses différents états sur les autres colonnes du Tableau.

» La courbe de survie a une chute très rapide de 0 à 10 ans, elle descend

Fig. 4.



Essai de répartition d'une population presque stationnaire par âge, avec ses décès et sa survie.

ensuite d'une pente plus douce jusque par delà 60 ans; puis elle tombe au

delà de cette âge, moins cependant qu'au début. La mortalité la plus forte (en chiffres absolus) se produit, en effet, aux deux extrémités de la vie.

» Sur le Tableau, le groupe du célibat représente la moitié de la population. Le sexe féminin y est en minorité, parce que les naissances de garçons l'emportent sur celles de filles, et parce que les femmes se marient plus jeunes que les hommes; mais il a la supériorité dans celui du veuvage.

» Le sexe masculin, qui forme la majorité du groupe des enfants, est en minorité (57 contre 61) dans celui des vieillards, parce que la vie moyenne des femmes est plus longue que celle des hommes. L'équilibre s'établit ainsi à peu près entre le total de chacun des deux sexes.

» Toutes les populations (les populations monogames, bien entendu) présentent une économie analogue, mais avec des proportions diverses. Chez celles qui ont beaucoup de naissances et qui augmentent, la place occupée par le groupe enfantin est plus grande et, partant, celle des deux autres est relativement moindre; le nombre des décès de l'enfance et, presque toujours aussi, le taux de la dîme mortuaire y sont plus élevés; par suite, la courbe de survie a, de 0 à 10 ans surtout, une chute plus rapide. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre dans la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Edmond Hébert*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Mallard obtient	35 suffrages.
M. Hautefeuille	23 »
M. Marcel Bertrand	1 »

M. **Mallard**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. C. **Laforest-Duclos** adresse un Mémoire « Sur la prévision de la hauteur moyenne du baromètre dans chaque quartier de Lune ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la propagation anomale des ondes sonores.* Note de M. Gouy.

« Les phénomènes de propagation anomale des ondes lumineuses décrits précédemment ([1]) m'ont amené à étudier au même point de vue les ondes sonores. On peut traiter le problème d'une manière très simple, en partant des expressions générales des ondes sphériques isotropes.

» Considérons une masse d'air indéfinie, ébranlée semblablement suivant toutes les directions autour d'un point O. Soient, au temps t et à la distance r de ce point, ζ la vitesse vibratoire dirigée suivant le rayon vecteur, et s la condensation. Les équations générales du mouvement seront

$$(1)\quad \begin{cases} \zeta = \dfrac{1}{r}[f'(r+at)+F'(r-at)] - \dfrac{1}{r^2}[f(r+at)+F(r-at)], \\ s = \dfrac{1}{ar}[F'(r-at)-f'(r+at)], \end{cases}$$

a désignant une constante positive, f et F des fonctions arbitraires de $r+at$ ou de $r-at$, f' et F' leurs dérivées par rapport à ces quantités ([2]).

» Supposons que le milieu soit mis en vibration par un centre d'ébranlement périodique placé en O. Soit, par exemple, une sphère solide, de rayon ε, ayant son centre en O, qui se contracte et se dilate périodiquement, de telle sorte qu'à sa surface on ait

$$(2)\qquad \zeta = k \sin 2\pi \frac{t}{\theta}.$$

» Comme le mouvement ainsi produit est, par hypothèse, le seul qui existe dans le milieu, on aura, très loin du centre, en désignant par n et m deux constantes,

$$(3)\qquad \zeta = \frac{n}{r} \sin 2\pi \left(\frac{t}{\theta} - \frac{r}{a\theta} + m\right),$$

([1]) *Comptes rendus*, 23 juin et 7 juillet 1890.

([2]) Poisson, *Mécanique*, 2e édition, n° 659. Les expressions plus simples qu'on trouve dans certains ouvrages ne sont exactes que pour des ondes de grand rayon.

formule qui exprime les lois connues de la propagation des ondes planes ou de grand rayon. Ces conditions (2) et (3) vont nous permettre de déterminer les fonctions arbitraires f et F.

» Remarquons d'abord que l'expression (3) de ζ ne dépend que de $r - at$, dans tout intervalle où l'on peut négliger la variation de $\frac{1}{r}$; par suite, f' doit être nul et f se réduit à une constante, qui est elle-même nulle puisque l'air oscille sur place. On peut remarquer, plus simplement, que les fonctions f et f' expriment des mouvements qui se propagent dans le sens des r décroissants, et qui ne peuvent exister dans les conditions du problème.

» Supposons maintenant que ε soit très petit vis-à-vis de la longueur d'onde normale $a\theta$ du son considéré ; en déterminant F par la condition (2), on a finalement

$$(4)\qquad \begin{cases} \zeta = \dfrac{1}{r}\,\dfrac{2\pi k\varepsilon^2}{a\theta}\cos 2\pi\left(\dfrac{t}{\theta} - \dfrac{r}{a\theta}\right) + \dfrac{k\varepsilon^2}{r^2}\sin 2\pi\left(\dfrac{t}{\theta} - \dfrac{r}{a\theta}\right), \\ s = \dfrac{1}{ar}\,\dfrac{2\pi k\varepsilon^2}{a\theta}\cos 2\pi\left(\dfrac{t}{\theta} - \dfrac{r}{a\theta}\right). \end{cases}$$

» Pour de grandes valeurs de r, l'expression de ζ peut s'écrire

$$(5)\qquad \zeta = \frac{1}{r}\,\frac{2\pi k\varepsilon^2}{a\theta}\sin 2\pi\left(\frac{t}{\theta} - \frac{r}{a\theta} + \frac{1}{4}\right).$$

» Si on la compare à l'expression (2), on voit que ce mouvement (5) possède une avance d'un quart de période sur ce qu'il serait s'il s'était toujours propagé avec la vitesse normale a. Il faut donc que les ondes, au voisinage du centre d'ébranlement, se propagent avec une vitesse plus grande, puisqu'à une grande distance elles se trouvent avoir gagné une avance d'un quart de longueur d'onde.

» Considérons en effet, à un instant donné, les sphères sur lesquelles $\zeta = 0$; soit ρ le rayon de l'une d'elles. D'après les équations (4), on a

$$(6)\qquad \frac{d\rho}{dt} = \frac{a}{\sin^2 2\pi\left(\dfrac{t}{\theta} - \dfrac{\rho}{a\theta}\right)}.$$

La vitesse de l'onde $\frac{d\rho}{dt}$ est donc toujours plus grande que a ; elle se réduit à cette valeur quand ρ devient très grand. On verrait, de même, que l'in-

tervalle de ces sphères, qui comprend une demi-onde, est plus grand que la demi-longueur d'onde normale tant que ρ n'est pas très grand.

» Remarquons aussi que $\frac{\zeta}{s}$ n'est égal à sa valeur normale a que pour des ondes de grand rayon; près du centre, la condensation s possède, par rapport à ζ, une avance d'un quart de période. D'autre part, elle se transporte avec la vitesse a, en sorte qu'à une grande distance elle a perdu cette avance et se trouve ramenée à son rapport normal avec ζ.

» Ce qui précède n'est nullement en contradiction avec la loi connue de la propagation d'un ébranlement limité, qui paraît être l'origine des idées admises sur le sujet qui nous occupe. En pareil cas, les formules (1) montrent que les deux sphères qui limitent l'ébranlement s'accroissent avec la vitesse a, en sorte que, *en ayant égard à ces limites seulement*, on a pu dire que la vitesse du son est toujours a. Mais, par une circonstance qui n'a pas été assez remarquée, ces formules montrent aussi que, entre ces limites mobiles, l'ébranlement ne se transporte pas tel quel (à l'amplitude près), mais *éprouve une altération graduelle* qui ne prend fin que lorsque r est devenu très grand. Dans un mouvement illimité, cette altération intime est seule à considérer, et se traduit par l'avance de phase qu'indique le calcul.

» Nous voyons donc, au point de vue physique, que si l'on étudie des ondes sonores produites par un centre de vibrations périodiques [1], et que l'on observe dans l'air les vitesses vibratoires (ou les déplacements), on constatera près de ce centre l'existence d'une vitesse de propagation et d'une longueur d'onde plus grandes que les valeurs normales, et, à une distance supérieure à quelques longueurs d'onde, on aura une avance de $\frac{\lambda}{4}$ produite par cette vitesse anomale. Ces résultats sont bien d'accord avec les phénomènes optiques étudiés précédemment, et avec l'avance de $\frac{\lambda}{4}$ qu'exige le principe d'Huygens. On peut dire, d'une manière générale, que *la vitesse de propagation des ondes périodiques n'est constante que comme limite, pour des ondes planes ou de grand rayon vis-à-vis de* λ.

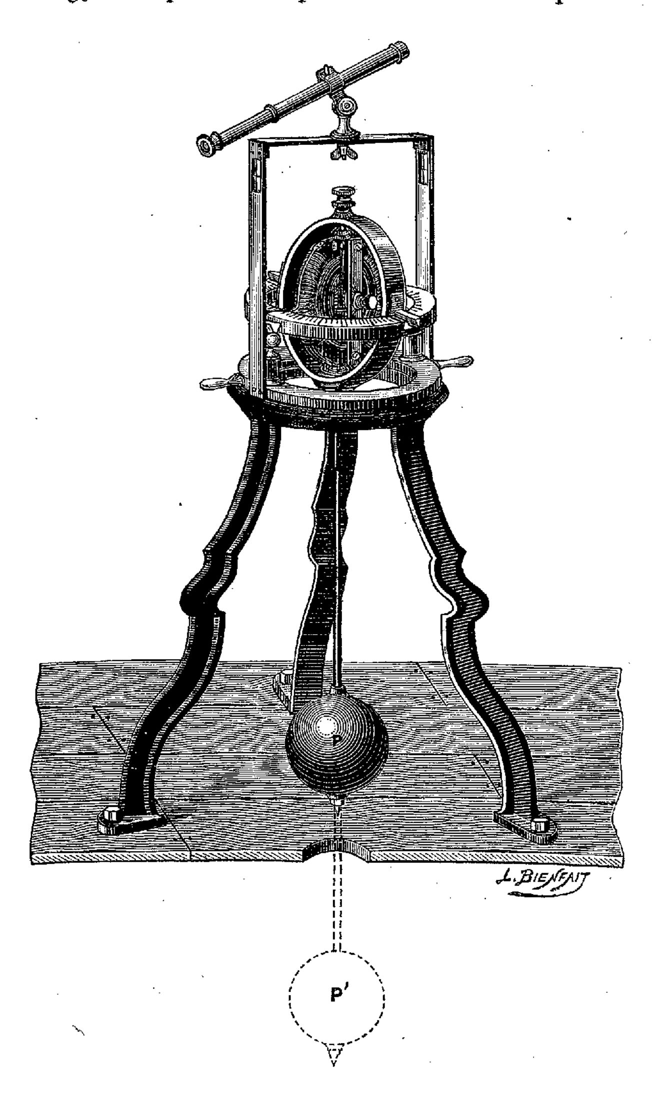
» Ces résultats théoriques comportent des vérifications expérimentales que je n'ai pu encore réaliser pour les ondes sonores. »

---

(1) Il s'agit ici d'un son simple; pour un son complexe, chacun des harmoniques devrait être considéré séparément.

MÉCANIQUE. — *Sur une modification du gyroscope électrique destiné à la rectification des boussoles marines.* Note de M. G. TROUVÉ. (Extrait.)

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 25 août dernier, deux modèles de mon gyroscope électrique, dont l'un est spécialement destiné



à la Marine pour la vérification des compas. J'ai pensé qu'il serait utile d'y adjoindre un instrument de collimation, et je l'ai complété par une

alidade pour les observations de jour et une lunette astronomique pour les observations de nuit.

» J'ai disposé, à cet effet, sur le trépied de soutien un disque circulaire qui, mobile autour de son centre à l'aide de deux manettes diamétrales, supporte tout le système; en regard de chacune des manettes, sont montées les pinnules de l'alidade, dont les fenêtres longues comprennent, dans le même azimut, un vaste champ de visée. Les sommets des pinnules sont réunis par une sorte de pont métallique, qui porte la lunette astronomique des observations de nuit.

» Quand on veut procéder à une expérience, il suffit, le circuit électrique étant ouvert, de détourner l'alidade jusqu'à ce que le plan de collimation soit dans l'azimut choisi, d'amener également dans ce plan azimutal l'aiguille indicatrice des déplacements apparents du gyroscope et de fermer le courant. Dès ce moment, le tore prend une rotation rapide, dont la force d'inertie le maintient dans une position invariable dans l'espace : il constitue alors le repère auquel on peut rapporter les déviations de la boussole.

» La nuit, les fils du réticule de la lunette sont éclairés électriquement avec l'instrument qui a été présenté à l'Académie en mars 1884. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche et le dosage de très petites quantités d'aluminium dans les fontes et les aciers.* Note de M. **Adolphe Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« L'aluminium est employé depuis peu, dans quelques usines, pour donner aux fontes ou aux aciers des qualités spéciales, particulièrement appréciées pour le moulage. Son introduction, même en proportions très petites, paraît exercer une grande influence ; mais son mode d'action n'a pas encore été bien déterminé et l'on ne sait pas avec certitude, si une partie de l'aluminium subsiste à l'état d'alliage dans la fonte ou l'acier, ou s'il disparaît entièrement à l'état d'oxyde, tout en empêchant le dégagement d'oxyde de carbone et la production de soufflures dans le métal moulé.

» Pour l'étude approfondie de cette question, il est nécessaire que les métallurgistes aient entre les mains un procédé d'analyse exact et simple, permettant de reconnaître et de doser de très petites quantités d'aluminium dans le fer. Je me propose ici de faire connaître une méthode que j'emploie et que j'enseigne depuis huit ans à l'École des Mines.

» Mes recherches datent de juillet 1882; elles ont été entreprises sur la demande de M. Lan, alors professeur de Métallurgie à l'École des Mines (mort depuis, directeur de l'École, en 1885). Devançant sur ce point l'opinion générale des métallurgistes, M. Lan pensait que la présence de très faibles quantités d'aluminium ou de métaux alcalino-terreux pouvait influer beaucoup sur les qualités des fontes, des fers et des aciers. Il me fit envoyer, à cette époque, des échantillons de fontes des différentes usines de la Société de Châtillon-Commentry, en me priant d'y chercher les minimes quantités d'aluminium qu'il croyait devoir exister au moins dans quelques-unes d'entre elles, fournies par le traitement de minerais très alumineux du Berry.

» Les résultats de mes analyses furent presque absolument négatifs pour les fontes, car je n'y trouvai que des traces douteuses d'alumine, que l'on pouvait attribuer à de petites inclusions de laitier. Elles révélèrent, au contraire, la présence d'un peu d'aluminium dans quelques échantillons d'aciers fondus.

» De semblables recherches n'avaient guère alors qu'un intérêt théorique et je négligeai de les publier à ce moment, préférant attendre de pouvoir le faire de concert avec M. Lan, lorsque ses idées seraient mieux fixées sur l'influence des métaux terreux. Mais, depuis cette époque, l'introduction artificielle de l'aluminium dans les fontes et les aciers de moulage commençant à se faire dans l'industrie a donné à la question du dosage de ce métal une importance beaucoup plus grande.

» La méthode que je vais exposer est fondée sur des réactions que j'ai depuis longtemps signalées et dont j'ai indiqué plusieurs applications (*Comptes rendus*, 18 juillet 1881, 8 mai 1882, 7 avril 1884) : l'alumine peut être précipitée intégralement à l'état de phosphate neutre par ébullition dans une liqueur faiblement acétique; cette précipitation réussit également bien en présence d'une quantité considérable de fer, qui n'est pas précipité, si l'on a eu la précaution de réduire préalablement le sel ferrique en sel ferreux au moyen de l'hyposulfite de soude.

» Appliquant ces principes au cas spécial de la recherche de très petites quantités d'aluminium dans la fonte, le fer ou l'acier, on opère de la façon suivante :

» On prend une quantité de métal un peu grande, 10^{gr} par exemple, et on l'attaque par l'acide chlorhydrique dans une capsule de platine. On évite, autant que possible, l'emploi du verre ou de la porcelaine, pour ne pas s'exposer à l'introduction accidentelle, dans le liquide, d'alumine provenant des vases.

» Lorsque le métal est entièrement dissous, sans laisser la solution se peroxyder à l'air, on l'étend d'eau distillée et on la fait passer dans une fiole ou un verre de Bohême, en lavant plusieurs fois par décantation et retenant sur un filtre les parties insolubles, graphite, silice, etc. Une certaine quantité de silice peut rester dissoute et devra être éliminée plus tard; mais il y a avantage à ne pas faire cette élimination au début par évaporation à sec de la solution, qui contient une masse énorme de sel ferreux.

» On neutralise en majeure partie l'acide libre par l'ammoniaque et ensuite par le carbonate de soude, puis on ajoute de l'hyposulfite de soude; lorsque la coloration violette a entièrement disparu et qu'il ne reste plus de sel ferrique dans la dissolution devenue complètement incolore, on y verse 2^{cc} ou 3^{cc} d'une solution saturée de phosphate de soude et 20^{cc} environ d'une solution d'acétate de soude; on chauffe alors et on porte à l'ébullition, qu'on entretient pendant trois quarts d'heure environ, aussi longtemps qu'on perçoit la moindre odeur d'acide sulfureux.

» Il se fait un précipité, ordinairement peu volumineux, de phosphate d'alumine mêlé de soufre et contenant un peu de silice et de phosphate ferrique. Ce précipité est reçu sur un filtre et lavé avec un peu d'eau bouillante, puis placé au-dessus d'une capsule de platine et traité à chaud par 10^{cc} ou 15^{cc} d'acide chlorhydrique étendu d'eau.

» La solution est évaporée à sec et le résidu maintenu à 100° pendant une heure, afin que la silice devienne complètement insoluble dans les acides. On reprend alors par un peu d'acide chlorhydrique étendu, en chauffant pour redissoudre tout le phosphate d'alumine et celui de fer; on filtre pour enlever les dernières portions de silice, on étend de 100^{cc} d'eau froide environ et l'on renouvelle la précipitation du phosphate d'alumine par la même méthode, c'est-à-dire : neutralisation presque complète de l'acide par le carbonate de soude, addition d'hyposulfite à froid et, plus tard, d'un mélange dissous à l'avance de 2^{gr} d'acétate et 2^{gr} d'hyposulfite, ébullition d'une demi-heure et filtration sur un petit filtre en papier lavé aux acides et ne laissant pas de cendres.

» La silice et le peu de fer qui étaient restés dans le premier précipité ont été ainsi complètement éliminés du second; celui-ci, après lavage à l'eau bouillante, est séché, calciné et pesé.

» Le phosphate d'alumine ainsi obtenu ($PhO^5Al^2O^3$) renferme 22,45 pour 100 d'aluminium.

» L'opération entière ne demande que quelques heures et donne des résultats exacts. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'augmentation considérable du nombre des globules rouges dans le sang chez les habitants des hauts plateaux de l'Amérique du Sud.* Note de M. F. Viault, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Au cours d'une récente mission scientifique sur les hauts plateaux de l'Équateur, du Pérou et de la Bolivie, où j'étais allé étudier expérimentalement l'influence de la raréfaction de l'air sur l'organisme de l'homme et des animaux, j'ai dû porter successivement mes investigations sur les modifications, apparentes ou cachées, subies par les différentes fonctions de l'organisme. C'est ainsi que j'ai dû étudier tout d'abord, à ce point de vue, l'état du sang, avant de passer à l'étude des changements présentés par la circulation, la respiration, les combustions internes. Ce sont les résultats de ces premières recherches que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie.

» Comme il importe d'établir un déterminisme rigoureux des conditions dans lesquelles j'ai opéré, je dirai que mon séjour dans la Cordillère, à des altitudes différentes, a été d'environ un mois et demi ; mais les observations relatées dans cette Note ont toutes été prises à la *hacienda mineral* de Morococha, localité du district minier de Yauli (Pérou), située à l'altitude de 4392^{m} au-dessus du niveau de la mer, où j'ai séjourné environ trois semaines. Je donne ces détails en raison de ce fait que les observations ont porté non seulement sur les habitants sédentaires de la mine, mais encore sur moi et sur mon aide le D^r don J. Mayorga (de Lima).

On peut supposer *a priori* que la raison physiologique qui permet à l'homme et aux animaux de supporter l'atmosphère très raréfiée des hauts lieux doit consister : soit dans l'augmentation de fréquence des mouvements respiratoires; soit dans une accélération des battements du cœur, qui ramènerait plus souvent le sang au poumon; soit dans l'augmentation de l'élément respiratoire du sang, c'est-à-dire des globules; soit dans une plus grande capacité respiratoire de l'hémoglobine; soit enfin, et dans une mesure difficile à évaluer, dans la diminution des besoins des tissus en oxygène, c'est-à-dire dans l'amoindrissement de l'activité des combustions respiratoires intimes, ou même dans une meilleure utilisation, pour un travail donné, des combustions produites.

» Mais laquelle de ces nombreuses hypothèses convient-il d'accepter?

C'est là ce qu'on ignorait absolument. Or, mes recherches démontrent que la part la plus importante dans ce phénomène d'adaptation de l'organisme aux basses pressions revient à l'augmentation du nombre des globules rouges du sang, c'est-à-dire de l'élément respiratoire oxygénophore. Les chiffres suivants, obtenus au moyen du *compte-globules à chambre humide graduée* de Malassez, ne peuvent laisser aucun doute à cet égard.

	Globules.
A Lima le 4 octobre 1889 (veille de mon départ pour la Cordillère), mon sang contient par millimètre cube	5 000 000
A Morococha le 19 octobre (depuis quinze jours dans la Cordillère)	7 100 000
Dr Mayorga (id.)	7 300 ,00
Mayorca, arriero (depuis trois ans à la mine)	7 840 000
R. Prieto, garçon de cuisine, métis	6 770 000
Dittmann, Allemand, administrateur de la mine	7 920 000
Atchachay, Indien	7 960 000
Margarita, Indienne	7 080 000
Charpentier, fils de Français, majordome	6 000 000
Rossi, Italien, à la Oroya	6 320 000
Mon sang le 27 octobre	8 00, 000
Dr J. Mayorga, id	7 440 000
Jeune chienne vigoureuse	9 000 000
Coq d'un an vigoureux	6 000 000
Lama mâle	16 000 000

» Les deux chiffres les plus faibles fournis par le sang de l'homme offrent cela d'intéressant que l'un provient d'un jeune homme de 20 ans, arrivé depuis peu de jours à la Sierra et venant de Panama, où il a passé huit ans et a eu de nombreux accès de fièvre. Il a un teint nettement anémique et vient d'avoir, à Morococha même, un nouvel accès de fièvre. L'autre chiffre se rapporte à un Italien qui habite à la Oroya (3712^{m}) et présente la particularité d'être atteint du *soroche* ou mal des montagnes chaque fois qu'il franchit le sommet de la Cordillère.

» Ainsi donc, un des premiers effets produits par le séjour de l'homme sur les hautes montagnes consiste dans l'exagération de la fonction normale de l'hématopoïèse. Je montrerai, dans une prochaine Note, toutes les conséquences qu'on peut déduire de ce fait, au point de vue des phénomènes chimiques de la respiration, et au point de vue de l'action curative du séjour dans les grandes altitudes sur la phtisie pulmonaire. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des Copépodes ascidicoles* [1].
Note de M. Eugène Canu.

« Le développement des Copépodes parasites des Ascidies a été peu étudié et leurs métamorphoses n'ont pas encore été suivies entièrement. L'influence des conditions éthologiques sur l'évolution embryonnaire se manifeste, chez ces animaux, par une remarquable condensation de l'embryogénie.

» I. Notodelphyidæ (genres *Notodelphys, Doropygus, Paryphes, Doroixys*). — Le premier *Nauplius*, expulsé de la cavité incubatrice à la sortie de la membrane de l'œuf, présente, avec les trois paires d'appendices caractéristiques, l'indication de quatre paires de membres : à savoir, les deux paires de maxilles et les deux premières paires de pattes thoraciques, représentées alors par de simples replis exodermiques recouverts de la cuticule. L'œil nauplien en forme d'x est placé sur la ligne médiane, en avant des deux lobes dorsaux du cerveau qui se séparent de l'exoderme. L'endoderme forme une masse cellulaire compacte, vivement colorée, qui subira ultérieurement d'importantes modifications de structure pour la constitution du tube digestif. A la face dorsale de l'endoderme, vers le tiers postérieur de l'embryon, viennent s'attacher les muscles doubles qui font mouvoir les appendices naupliens. Les formations mésodermiques du premier *Nauplius* dérivent des cellules mésodermiques primitives (*Urmesodermzellen*). Dans la région postérieure de l'embryon, où se forment les segments nouveaux, apparaissent des cellules mésodermiques polaires (*Polmesodermzellen* de Hatschek) destinées à fournir le mésoderme des nouveaux somites.

» L'embryon subit plusieurs mues sans quitter la forme de *Nauplius* typique. Dans ces stades successifs, la formation des appendices céphaliques et thoraciques s'opère graduellement. Les deux maxillipèdes dérivent d'une seule paire de replis appendiculaires et correspondent bien à la deuxième maxille des Malacostracés.

» Le *Nauplius* se transforme ensuite en *Metanauplius* par l'apparition, à l'extérieur, d'une soie rigide, au sommet du repli tégumentaire composant la première maxille. C'est alors qu'apparaît l'œil tripartite de l'adulte, ainsi que le troisième somite thoracique, avec sa paire de bourrelets appendiculaires. Au-dessous de la cuticule, se montrent plus tard les limites de

(1) Travail du Laboratoire de Zoologie de Wimereux (Pas-de-Calais).

deux nouveaux segments sans trace d'appendices et les deux pièces furcales. L'endoderme se transforme peu à peu en un canal digestif.

» L'embryon quitte alors la forme métanauplienne pour entrer dans le *premier stade cyclopoïde*. Le corps compte six segments et la furca, l'antennule comprend cinq articles, l'antenne n'a pas perdu sa rame externe, la troisième patte thoracique est encore emprisonnée sous la cuticule, la soie furcale interne est la plus longue.

» Le *deuxième stade cyclopoïde* diffère du précédent par le nombre (sept) des segments, par l'antennule de six ou sept articles, par l'antenne sans rame externe, par la troisième patte thoracique libre, par la soie furcale interne plus courte que sa voisine.

» A cet état, les embryons nagent encore vivement vers la lumière et leur musculature est bien développée. Après le deuxième stade cyclopoïde, dès qu'apparaissent les rudiments de la quatrième patte thoracique, les faisceaux musculaires s'allongent et s'effilent, et par la flexion ventrale de l'abdomen sur le thorax, les jeunes Copépodes ascidicoles perdent l'allure des formes libres. Ce passage est particulièrement net chez *Doroixys*, où la perte immédiate des soies furcales indique mieux encore l'adaptation à la vie sédentaire. C'est au deuxième stade cyclopoïde que les jeunes Copépodes entrent dans le Tunicier qui les abrite, pour terminer leurs métamorphoses.

» II. Enterocolidæ (genres *Enterocola*, *Aplostoma*). — La métamorphose de ces parasites des Synascidies est plus abrégée; je n'ai pas vu de stade *Metanauplius*. La première maxille ne se montre qu'à l'état de bourrelet, au-dessous de la cuticule nauplienne, chez les *Aplostoma* où elle n'est jamais libre à l'extérieur. La seconde maxille reste indivise. J'ai déjà signalé ici (*Comptes rendus*, séance du 17 novembre 1890), les divergences curieuses qui existent dans l'évolution des mâles et des femelles, ainsi que la transformation graduelle des appendices buccaux avec l'interprétation morphologique qu'elle impose. »

BOTANIQUE. — *Sur la localisation des principes actifs dans la graine des Crucifères*. Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une Note récente [1], j'ai montré que les deux principes dont l'action réciproque détermine la formation des essences chez les Crucifères

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 28 juillet 1890.

sont localisés dans des cellules distinctes. Après avoir indiqué les caractères microchimiques des cellules à *myrosine*, j'ai fait connaître un procédé permettant de déceler le *myronate de potassium* ou le composé analogue, que le ferment précédent dédouble avec formation d'essence, dans les cellules mêmes où il réside. Les exemples choisis étaient surtout empruntés aux organes végétatifs. L'étude de la graine d'un grand nombre d'espèces me permet aujourd'hui de compléter mes résultats antérieurs et de donner des conclusions générales.

» 1. La localisation des cellules à myrosine dans la graine correspond à celle qu'on observe dans les organes végétatifs et en particulier dans la feuille.

» Lorsqu'elles se trouvent dans l'écorce ou la moelle de la tige et dans le parenchyme foliaire, on les rencontre aussi, généralement nombreuses, dans le parenchyme des cotylédons et de la radicule embryonnaire (*Brassica, Sinapis, Thlaspi, Vella, Ionopsidium, Myagrum, Peltaria, Cochlearia, Heliophila, Crambe, Cakile, Raphanus, Isatis*, etc.). Quand elles occupent le péricycle dans la tige et dans les faisceaux foliaires, on les observe de même, ordinairement peu nombreuses, dans le péricycle des faisceaux des cotylédons, si toutefois il est déjà différencié, ou bien au contact des futurs éléments libériens, si le péricycle n'est pas encore distinct (*Cheiranthus, Nasturtium, Cardamine, Hesperis, Malcolmia, Camelina, Senebiera, Lepidium, Æthionema*, etc.). Enfin, elles peuvent se trouver à la fois dans le parenchyme et au dos des faisceaux cotylédonaires (*Iberis*, etc.).

» 2. La graine des Crucifères est dépourvue d'albumen à la maturité. Dans la très grande majorité des cas, le ferment et le glucoside sont contenus dans l'embryon. Mais il y a quelques espèces chez lesquelles le ferment est, au contraire, localisé, pour ainsi dire exclusivement, dans le tégument séminal, tandis que le glucoside se trouve dans l'embryon; cette curieuse exception se rencontre dans les *Lunaria, Matthiola*, etc. Parfois, le tégument renferme à la fois une petite quantité de ferment et de glucoside, comme dans le *Sinapis alba* L., qui diffère à cet égard du *Brassica nigra* Koch, dont le tégument ne contient pas trace de ces deux principes.

» 3. La richesse des graines en ferment et en glucoside varie beaucoup suivant les espèces.

» En général, celles qui possèdent de nombreuses cellules à myrosine contiennent aussi une proportion notable de myronate de potassium ou d'un composé analogue : ce sont principalement les graines qui présentent des cellules à myrosine dans le parenchyme des cotylédons et de la radi-

cule embryonnaire. Toutefois, il y a quelques exceptions; l'*Isatis tinctoria* L., par exemple, quoique abondamment pourvu de cellules à ferment, ne contient pour ainsi dire pas de glucoside.

» Lorsque le nombre de ces cellules est peu élevé, le glucoside peut n'exister qu'en proportion extrêmement faible ou même faire défaut. Dans ce cas, la digestion des graines dans l'eau vers 50° ne donne pas directement l'odeur caractéristique de l'essence; mais si l'on ajoute, à 1^{gr} de graines, seulement $0^{gr},001$ de myronate de potassium, l'odeur de sulfocyanate d'allyle qui se forme devient très manifeste. Il en est ainsi dans diverses espèces chez lesquelles les cellules à ferment occupent le dos des faisceaux cotylédonaires (*Aubrietia*, *Hesperis*, *Capsella*, *Senebiera*, etc.).

» L'expérience chimique confirme donc le résultat de l'observation microscopique; elle vient même en aide à cette dernière dans les cas douteux. En effet, la présence des cellules à ferment paraît quelquefois incertaine au microscope, soit à cause de la petitesse de ces cellules, soit parce que la richesse de certaines graines en aleurone contribue à masquer les réactions. L'addition du myronate de potassium peut pourtant donner lieu à la formation du sulfocyanate d'allyle. Or, toutes les fois qu'il en est ainsi, on finit par découvrir au microscope les cellules spéciales qui renferment la myrosine, en soumettant les graines à la germination de façon à les étudier pendant la résorption de leurs substances de réserve. Lorsque les matières grasses et l'aleurone ont en partie disparu, les cellules à myrosine deviennent beaucoup plus faciles à apercevoir.

» 4. Chez toutes les Crucifères qui sont pourvues de myrosine, et il n'y a sous ce rapport que de très rares exceptions, la quantité de ce ferment est toujours de beaucoup supérieure à celle qui est nécessaire à la décomposition complète du glucoside dans l'organe considéré. Il existe, à cet égard, une très grande analogie entre les graines des Crucifères et les amandes amères, chez lesquelles la quantité d'émulsine renfermée dans un cotylédon peut dédoubler au moins quarante fois plus d'amygdaline qu'il n'en contient.

» 5. Cet excès général dans la quantité de ferment, comparée à celle du glucoside, permet de montrer que la nature de ce ferment est la même chez toutes les Crucifères, bien que le composé dédoublable puisse varier suivant les espèces. Le *Lepidium sativum* L., par exemple, donne une essence qui n'est pas formée par un sulfocyanate, comme celle de la plupart des plantes de cette famille, mais par le nitrile de l'acide alphatoluique, lequel provient de la décomposition d'un glucoside différent du myronate

de potassium. La tige de cette espèce, contusée seule et mise à digérer dans l'eau à la température convenable, dégage l'odeur propre à son essence; mais, si on l'additionne de myronate de potassium, on constate aussitôt la formation du sulfocyanate d'allyle. Ce résultat permet d'autant plus de conclure à l'identité du ferment du *Lepidium* avec la myrosine que, chez cette plante comme chez les autres Crucifères, les cellules à ferment présentent des réactions identiques et que la myrosine est le seul ferment végétal connu qui puisse agir sur le myronate de potassium [1]. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure des Péronosporées*. Note de M. L. **Mangin**, présentée par M. Duchartre.

« La constitution de la membrane des Champignons est encore inconnue. Certains chimistes admettent, dans cette membrane, une substance spéciale, remarquable par sa résistance à l'action des alcalis et des acides, désignée par Braconnot sous le nom de *fungine*, et que M. Fremy rattache aux corps cellulosiques sous le nom de *métacellulose*.

» Les recherches que j'ai entreprises sur cette question me permettent d'affirmer que la *fungine* ou la *métacellulose* n'existent pas comme substances spécifiquement distinctes. La membrane des Champignons est si complexe et si variée que, dans l'analyse des diverses familles, il sera possible de faire intervenir la nature de la membrane toutes les fois que l'absence des fructifications rendra la détermination incertaine. Avant de développer cette proposition, il me paraît nécessaire de faire connaître la constitution de la membrane dans les diverses familles de Champignons.

» Je me propose dans cette Note d'examiner la structure des Péronosporées, ces parasites redoutables d'un grand nombre de plantes cultivées. Les seules données que l'on possède sur la membrane de ces plantes sont rapportées par de Bary [2].

» D'après ce savant, le mycélium des Péronosporées manifeste les réactions de la cellulose, tout en offrant à l'action de ses dissolvants une résistance que la cellulose ordinaire ne possède pas.

---

[1] Bien que l'on ait jusqu'ici considéré la myrosine comme un ferment spécial aux Crucifères, je montrerai plus tard qu'elle existe également dans d'autres plantes.

[2] De Bary, *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze*, p. 8 et suivantes; 1884.

» Mes observations me permettent d'établir que la membrane est formée, dans ces parasites, par l'association de deux substances : la *cellulose* et la *callose*, dont j'ai donné les réactions caractéristiques dans des Communications antérieures ([1]).

» Pour le démontrer, on prend des feuilles de Ficaire envahies par le *Peronospora Ficariæ;* on les traite par l'acide chlorhydrique concentré, puis on les laisse macérer pendant quelques minutes dans le réactif de Schweizer. Ce liquide enlève toute la cellulose et les composés pectiques renfermés dans la plante hospitalière et dans le parasite. Après lavage à l'eau, l'emploi de l'acide phosphorique iodé ou des couleurs de benzidine ne révèle pas trace de cellulose dans le tissu de la feuille; mais, par contre, les réactifs de la callose font apparaître le réseau des filaments mycéliens. Inversement, si l'on soumet de nouvelles feuilles de Ficaire contaminées à l'action du mélange chloré de Hofmeister et qu'après lavage on laisse macérer les tissus dans une solution de potasse ou de soude caustiques, renouvelées à plusieurs reprises, on enlève toute la callose sans modifier sensiblement la cellulose, et par l'emploi des réactifs iodés on peut voir, au milieu des tissus dissociés de la plante hospitalière, les filaments mycéliens colorés en bleu ou en violet.

» On peut donc ainsi enlever la cellulose ou la callose sans modifier la forme et l'arrangement du réseau de filaments mycéliens; mais, tandis que l'association de cellulose et de callose existe toujours dans les organes que le parasite envoie dans son hôte (mycélium et oospores), par contre les organes aériens, c'est-à-dire les filaments conidifères, sont formés de cellulose pure. C'est ce que montre la disparition complète de ces organes après l'action des dissolvants de la cellulose.

» La membrane des tubes mycéliens est plus ou moins épaisse et présente de nombreuses stratifications. Ce qui donne au mycélium des Péronosporées un caractère particulier, c'est la présence constante d'amas de callose pure ou associée à la cellulose qui rétrécissent la cavité des tubes ou même l'oblitèrent complètement sur une étendue plus ou moins grande; ces amas forment dans ce dernier cas les prétendues cloisons qu'on a quelquefois signalées. Les amas de callose sont tantôt sphériques et plus ou moins englobés dans la membrane, tantôt ils forment un anneau saillant à l'intérieur du tube, et les bords de cet anneau, s'accroissant vers l'intérieur, rétrécissent la cavité du tube de manière à ne laisser parfois qu'un canal très étroit établissant la continuité des deux parties.

([1]) *Sur la callose, nouvelle substance de la membrane* (*Comptes rendus,* mars 1890). *Sur les réactifs colorants des substances fondamentales de la membrane* (*Comptes rendus,* juillet 1890).

Quand l'anneau se ferme de manière à intercepter la cavité, la cloison qui se forme ainsi est concavo-convexe, bi-convexe ou bi-concave; parfois le tube est plein sur une certaine étendue et le bouchon de callose est comparable au cylindre de verre plein que l'on obtiendrait en fondant un tube de verre sur une certaine longueur. On observe très nettement ces amas dans le *Peronopara parasitica, Plasmopara viticola, P. Schleideni, P. Myosotidis,* etc. Ils donnent au mycélium des Péronosporées un aspect caractéristique, qui permet de les distinguer très nettement des autres parasites. Seuls, les tubes polliniques émis sur le stigmate présentent exactement, au milieu du tissu conducteur dans lequel ils s'insinuent, la même apparence et pourraient être confondus avec les espèces dont les suçoirs sont très réduits.

» Les suçoirs des Péronosporées ont la même structure que les filaments mycéliens et leur forme, leur taille variable, fournissent toujours d'excellentes données pour la distinction des espèces. Ils sont parfois si petits qu'ils ont échappé jusqu'ici à l'attention des botanistes; ainsi le *Phytophthora infestans* décrit dans tous les Ouvrages comme dépourvu de suçoirs en possède de nombreux, extrêmement petits et filiformes. Les suçoirs sont simples ou ramifiés : simples et ovales ou sphériques (*Cystopus candidus, Plasmopara viticola, Pl. Epilobii, P. leptosperma,* etc.); claviformes et simples (*Bremia Lactucæ*); filiformes et simples, *P. Myosotidis, P. Schleideni, P. affinis, Phytophthora infestans, P. Chloræ*); ils sont ramifiés et claviformes (*P. parasitica*); ramifiés et filiformes (*P. arborescens, P. calotheca,* etc.).

» Ordinairement les suçoirs ont une double enveloppe, et entre ces deux enveloppes, on voit souvent des amas irréguliers et volumineux de callose qui déterminent parfois la rupture de la membrane extérieure (*Cystopus candidus, P. Myosotidis,* etc.). D'autres fois, la membrane extérieure renferme peu de callose et ne présente que de la cellulose; elle forme alors une gaine complète autour du suçoir, et l'on peut, par une traction légère, enlever ce dernier qui reste adhérent au tube mycélien (*P. Schleideni*). Parfois les amas de callose formés par les suçoirs sont si abondants, qu'ils remplissent toute la cavité cellulaire, le protoplasma étant refoulé contre la paroi (*P. Myosotidis*).

» Les amas de callose se rencontrent aussi et à l'état de pureté, dans la cavité des filaments conidifères; dans le stipe ils affectent la forme d'anneaux ou de bouchons irréguliers dont la situation est des plus variables; en aucun cas, ces bouchons ne peuvent être comparés, comme on l'a dit

parfois, aux cloisons qui se forment à la base du sporange des Mucorinées. La seule région des stipes conidifères où la présence de la callose est constante est la base des conidies, où cette substance joue un rôle important dans la dissémination des conidies (*P. Epilobii, Cystopus candidus, C. cubicus,* etc.).

» En résumé, la présence constante de la callose dans le mycélium des Péronospores permet de reconnaître avec une grande netteté les moindres traces de ces parasites dans les plantes qui leur servent d'hôtes et de préciser les relations qui s'établissent entre ces dernières et le parasite. »

MICROBIOLOGIE. — *Anciennes observations sur les tubercules des racines des Légumineuses.* Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« Depuis que le rôle tout spécial des tubercules des racines des Légumineuses a été nettement déterminé et que l'on sait que, grâce à eux, les plantes qui les portent ont la propriété tout exceptionnelle de puiser dans l'air de l'azote pour en fabriquer des matières albuminoïdes, l'étude de ces petits corps a pris un intérêt plus grand et attire davantage l'attention publique.

» C'est en 1867 que Woronine découvrit dans les tubercules des racines des Légumineuses la présence de corpuscules d'une excessive ténuité, qu'il décrivit comme de petits bâtonnets doués de la faculté de se mouvoir et qu'il considéra comme des Bactéries. Bien des travaux ont été depuis publiés sur ce sujet et des opinions fort diverses ont été émises sur la nature de ces petits corps. Je désire rappeler aujourd'hui quelques faits que j'ai communiqués à la Société botanique au mois de mars 1879 et qui ont été publiés dans son *Bulletin*.

» J'ai établi d'abord que les corpuscules découverts par Woronine n'ont pas la forme des Bacilles, mais sont souvent courbés, fourchus, ramifiés de façon à prendre la forme d'un X ou d'un Y et ont une apparence coralloïde. J'ai prouvé, en outre, que ces corpuscules n'ont pas de mouvements vitaux; je les ai colorés en jaune par l'iode sans que pour cela ils aient cessé de se mouvoir; leurs mouvements sont donc purement moléculaires et de la nature de ceux que l'on nomme *mouvements browniens*.

» Cultivant des germinations de Pois dans l'eau, j'ai constaté que leurs racines ne portent pas d'ordinaire de tubercules dans ces conditions, ainsi

qu'on l'avait déjà remarqué, mais que cette règle n'était pas sans exceptions, et j'ai produit par infection artificielle des tubercules sur des germinations de Pois, en faisant plonger leurs racines dans de l'eau où j'avais mis une touffe de Trèfle dont les racines portaient de nombreux tubercules très développés, à la fin de l'automne. Les racines secondaires du jeune Pois se couvrirent de tubercules, sur lesquels je pus suivre la marche de l'infection.

» L'anatomie d'un grand nombre de tubercules de Légumineuses m'a permis d'étudier à l'intérieur des cellules, que j'ai nommées *cellules spéciales*, au milieu de l'amoncellement des corpuscules qui les couvrent, des filaments muqueux et contre leurs parois des revêtements muqueux que j'ai considérés comme constituant le plasmodium d'une sorte de parasite produisant par sa pénétration dans le tissu de l'écorce de la racine la formation du tissu tout spécial qui caractérise le tubercule d'une Légumineuse.

» J'ai vu de ces filaments muqueux pénétrer de l'extérieur dans la racine des Pois infectés artificiellement.

» Les cordons muqueux, dans les cellules spéciales, portent des renflements ordinairement globuleux, mais qui souvent se lobent et peuvent présenter des formes fort diverses. Je les ai vus souvent produire des masses mamelonnées dont la surface devient granuleuse et qui présentent toutes les transitions avec les amas de granules identiques aux corpuscules bactériformes. « Malgré la difficulté des recherches et l'incertitude qui s'ensuit
» forcément, j'ai obtenu et figuré un si grand nombre de préparations où
» des filaments de plasmodium paraissent se diviser à plusieurs reprises
» en lobes et se résoudre en corpuscules, que je ne puis guère hésiter à
» admettre que les corpuscules bactériformes sont en réalité nés du plas-
» modium. »

» Les cultures faites récemment par M. Em. Laurent et dans lesquelles il a vu se produire, dans un liquide nutritif ensemencé d'un peu de la substance d'un tubercule, à la fois des bactéroïdes en T et en Y, et une membrane visqueuse collée au fond du vase de culture [1], me paraissent fournir une très intéressante confirmation expérimentale des études anatomiques que j'ai publiées, il y a près de douze ans. »

---

[1] *Comptes rendus*, 17 novembre 1890.

MINÉRALOGIE. — *Synthèse de la kaïnite et de la tachhydrite.* Note de MM. **A. de Schulten**, présentée par M. Fouqué.

« La kaïnite, minéral qui se trouve à Stassfurt et à Kalusz, a la composition représentée par les formules KCl, $MgSO^4 + 3H^2O$ ou K^2SO^4, $MgSO^4$, $MgCl^2 + 6H^2O$. Je l'ai obtenue artificiellement par le procédé suivant. J'évapore au bain-marie une solution concentrée de 500gr de chlorure de magnésium cristallisé avec une solution renfermant 40gr de sulfate de potassium et 56gr de sulfate de magnésium cristallisé. Ces deux derniers sels sont employés en proportion équimoléculaire. L'emploi d'un grand excès de chlorure de magnésium est nécessaire parce que la kaïnite est décomposée par l'eau. Lorsque la solution est suffisamment concentrée, il s'en dépose à chaud de petits cristaux de kaïnite. On décante la liqueur chaude et on presse les cristaux rapidement entre des papiers à filtrer. Pour enlever le chlorure de magnésium adhérent aux cristaux, on les lave avec de l'alcool absolu. Ce réactif sert aussi à débarrasser les cristaux de kaïnite d'un peu de carnallite qui les souille. La carnallite est décomposée en chlorure de magnésium, qui se dissout dans l'alcool, et en chlorure de potassium, qui se dépose en poudre très fine qu'on peut séparer des cristaux par des lévigations.

» On peut, du reste, diminuer la quantité de carnallite formée en même temps que la kaïnite en augmentant un peu la quantité de sulfate de magnésium employée dans la préparation de celle-ci. Une solution renfermant 500gr de $MgCl^2 + 6HO^2O$, 40gr de K^2SO^4 et 80-90gr de $MgSO^4 + 7H^2O$ m'a donné de la kaïnite, tantôt exempte de carnallite, tantôt accompagnée de très peu de ce minéral. La kaïnite préparée dans ces conditions-ci renferme pourtant un très petit excès de sulfate de magnésium, ainsi qu'il ressort du résultat de l'analyse. Pour ce qui concerne la préparation de la kaïnite, je dois encore ajouter que je n'ai pu obtenir ce minéral en opérant à la température ordinaire.

» L'analyse des cristaux a donné les nombres suivants, qui conduisent à la formule de la kaïnite :

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
SO^3	33,30	32,81	32,18
MgO	17,17		16,09
Cl	14,03	13,85	14,28
K	15,09		15,73
H^2O	20,50	20,53	21,72
	100,09		100,00

» L'eau a été déterminée par la calcination des cristaux avec de l'oxyde de plomb.

» Quand on traite les cristaux par une petite quantité d'eau, ils se décomposent très vite. Les produits de décomposition sont principalement du chlorure de magnésium qui se dissout dans l'eau et le sel

$$K^2SO^4, \quad MgSO^4 + 6H^2O$$

(picromérite), qui se dépose en cristaux facilement reconnaissables au microscope.

» La densité de la kaïnite artificielle est 2,120 à 15°; celle du minéral naturel en cristaux incolores est 2,151 d'après M. von Zepharovich.

» La kaïnite artificielle se présente en cristaux monocliniques tabulaires aux contours hexagonaux ou quadratiques, le plus souvent un peu allongés suivant l'arête h^1p. Leurs dimensions atteignent le plus souvent $0^{mm},1$, exceptionnellement $0^{mm},5$.

» On observe les faces $h^1(100)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$, $d^{\frac{1}{2}}(111)$, $p(001)$ et $g^1(010)$. La face la plus développée est h^1. Les angles de cette face qui sont formés par les arêtes $h^1b^{\frac{1}{2}}$ et $h^1d^{\frac{1}{2}}$ sont égaux à environ 60°48′ et 118°48′. Si l'on calcule les angles correspondants chez des cristaux naturels d'après les mesures cristallographiques de M. Groth, on les trouve égaux à 60°47′ et 119°13′. Sur la face h^1 les extinctions sont longitudinales.

» Sur des cristaux reposant sur la face g^1, j'ai pu mesurer approximativement l'angle h^1p; il est égal à 86°. L'angle correspondant chez les cristaux naturels est 85°,5, d'après Groth. Sur la face g^1, l'angle d'extinction par rapport à l'arête h^1g^1 est de 9°.

» Le plan des axes optiques est g^1, l'extinction sur g^1 se fait sous un angle de 2° à 3° vers l'angle aigu des arêtes p et h^1. L'écartement des axes est d'environ 50°, *la bissectrice* aiguë est positive, $n_g - n_p = 0,014$.

» La tachhydrite, autre minéral de Stassfurt, se rapproche de la carnallite par sa composition chimique. Si dans la formule de la carnallite

$$KCl, \quad MgCl^2 + 6H^2O$$

on substitue au chlorure de potassium une quantité équivalente de chlorure de calcium, on a la formule de la tachhydrite $CaCl^2, 2MgCl^2 + 12H^2O$. Comme la carnallite, la tachhydrite s'obtient aisément par la réaction mutuelle des deux sels composants. Dans la préparation de ce sel mixte, on

doit seulement employer un excès de chlorure de calcium. On chauffe au bain-marie une solution renfermant 200gr de chlorure de calcium anhydre et 150gr de chlorure de magnésium cristallisé. Lorsque la liqueur est suffisamment concentrée, elle laisse déposer, par le refroidissement des cristaux limpides très nets de tachhydrite. On débarrasse les cristaux de l'eau mère adhérente en les pressant entre des papiers à filtrer.

» L'analyse des cristaux a donné les nombres suivants, qui conduisent à la formule de la tachhydrite :

	Trouvé.	Calculé.
Ca	9,56	7,74
Mg	9,25	9,29
Cl	40,40	41,16
H^2O	42,44	41,81
	99,65	100,00

» L'eau a été déterminée par la calcination de la matière avec de l'oxyde de plomb.

» La densité des cristaux est 1,666 à 15°; celle du minéral naturel est 1,671.

» On obtient facilement de grands cristaux de tachhydrite. Les petits cristaux sont pourtant bien mieux formés que les grands. Les cristaux étant extrêmement déliquescents, j'ai été obligé de les examiner au microscope sans les retirer de leur eau mère.

» La tachhydrite artificielle est en rhomboèdres basés. L'angle aigu de la face *p* est égal à environ 76° et l'angle *pp* est ainsi égal à environ 78°40'. L'angle correspondant du minéral naturel mesuré sur des faces de clivage est égal à environ 76° d'après M. Groth. Sur la face *p*, les extinctions se font parallèlement aux diagonales du rhombe.

» On constate qu'un cristal reposant sur la face a^1 demeure éteint dans toutes les positions entre des nicols croisés en lumière polarisée parallèle et qu'il présente la croix des cristaux uniaxes en lumière polarisée convergente. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les profondeurs de la mer Noire.* Note de M. **Venukof**, présentée par M. Mascart.

« Pendant l'été de 1890, un navire de guerre russe, le *Tchernomoretz*, était chargé de l'exploration des profondeurs de la mer Noire. MM. Wranguel, hydrographe, Spindler, physicien-géographe, et Androussoff, natura-

liste, formaient le personnel scientifique de l'expédition, et le capitaine Smirnoff commandait le navire. En partant d'Odessa, le *Tchernomoretz* traversa la mer Noire dans plusieurs directions entre cette ville et Sébastopol, Théodosie, Batoum et l'entrée du Bosphore. Les sondages furent faits à l'aide de la sonde de Thomson et du bathomètre de Meyer, et les dragages à l'aide d'une drague dans le genre de celles dont se servaient les naturalistes du *Talisman*. En outre, de nombreuses observations de la température de l'eau aux diverses profondeurs furent faites à l'aide des thermomètres Miller-Cazella et Negretti-Zambra. Pour mesurer la densité de l'eau, on se servit de l'aréomètre à poids fixe. Voici les principaux résultats numériques de ces recherches :

Distance parcourue par le navire..........	4800^{km}
Nombre des sondages....................	60
Nombre des dragages....................	13

» La plus grande profondeur fut trouvée presque au centre géométrique de la mer, sur la ligne qui réunit Théodosie et Sinope : elle atteint 2250^m. A partir de ce point central, le fond reste longtemps presque horizontal dans toutes les directions, de sorte que la plus grande partie de la mer Noire présente une espèce de vase long et plat. L'exhaussement du fond entre la Crimée et l'Anatolie, qu'on supposait trouver au milieu de la mer, en réalité n'existe pas, de même que les énormes profondeurs qu'on s'attendait à rencontrer aux pieds des monts Caucase. Il est vrai que la pente rapide du sol caucasien continue sous l'eau de la mer; mais ce sol s'aplatit bientôt. La moins profonde partie du bassin, dont la superficie est de $381\,500^{kmq}$, se trouve dans le nord-ouest, entre les embouchures du Danube et du Dniepr, d'un côté, et la ligne qui réunit Bourgas et Eupatoria, de l'autre : là on ne trouve que les profondeurs de 180^m au plus, et le fond est plat, à peine incliné vers le sud-est.

» La température de l'eau de la mer Noire varie avec la profondeur. A la surface, au mois de juillet 1890, elle a été de 23°C., mais déjà à la profondeur de 9^m on ne trouvait que 21°,2.

A 18^m elle était de...........	15°,6	A 108^m elle était de..........	8°,0
27 »	11,2	126 »	8,5
36 »	8,4	180 »	8,8
54 »	7,1	370 »	9,0
72 »	7,5	1650 »	9,1
90 »	7,8	2200 »	9,3

» Ainsi la plus basse température, en été, se trouve, dans la mer Noire, à la profondeur de 54^m ; plus haut et plus bas que ce niveau, elle augmente rapidement vers la surface de la mer; lentement, mais sans arrêt, vers le fond. Dans les plus grandes profondeurs, on trouve 9°, 3 C., c'est-à-dire la température moyenne annuelle des régions terrestres voisines, sous le 43e parallèle.

» La salure des eaux de la mer Noire augmente régulièrement avec la profondeur, comme le prouvent les chiffres suivants :

A la surface .... 17,29 sur 1000 unités de poids.

	m			m	
A la profondeur de	9..	17,43	A la profondeur de	90.	19,75
	18..	17,61		180.	21,17
	27..	17,82		370.	21,68
	45..	18,16		1650.	22,33

» Il est évident que les couches superficielles sont les moins salées, parce qu'elles reçoivent l'eau douce des pluies et des affluents de la mer, parmi lesquels se trouvent le Danube, le Dniepr, le Don, le Kouban, le Rion, etc. Quant aux grandes profondeurs, la salure y approche, peu à peu, de celle de la Méditerranée, sans l'atteindre d'ailleurs.

» L'eau de la mer Noire, dans les profondeurs dépassant 360^m, présente une singularité qu'on ne trouve dans aucun autre bassin maritime : elle contient de l'hydrogène sulfureux qui se dégage, sous forme de gaz nauséabond, lorsqu'on amène cette eau, dans un vase clos, à la surface de la mer. Dans les couches superficielles, à partir de la profondeur de 130^m, ce gaz ne se trouve plus, certainement parce que l'eau y est souvent agitée par les vents. M. Androussoff attribue la formation de l'hydrogène sulfureux à la décomposition des corps organiques, noyés à une époque lointaine de la nôtre; car, de nos jours, on ne trouve plus au fond de la mer Noire ni animaux ni végétaux vivants, mais seulement leurs restes. La faune et la flore vivantes ne se rencontrent que dans les régions pélagiques au-dessus de 360^m de profondeur. »

La séance est levée à 5 heures. J. B.

———

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 décembre 1890.

Les Vosges, le sol et ses habitants; par G. Bleicher. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890; in-16. (Présenté par M. A. Milne-Edwards. — Concours du prix Delalande-Guérineau.)

Les facultés mentales des animaux; par le Dr Foveau de Courmelles. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890; in-16. (Concours du prix Cuvier.)

L'hygiène, la santé et l'économie; par le Dr M. Lorin, 1891; in-8°. (Concours du prix Bellion.)

Les microbes, les ferments et les moisissures; par le Dr E.-L. Trouessart; deuxième édition. Paris, Félix Alcan, 1891; in-8°. (Présenté par M. Pasteur.)

Mémoire sur l'organisation et le développement de la Comatule de la Méditerranée (Antedon rosacea, *Linck.*); *par* M. Edmond Perrier. Suite; in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

L'influenza de 1889-1890 *en Russie. Rapport de mission adressé à M. le Ministre de l'Instruction publique; par* le Dr J. Teissier. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1891; in-4°. (Présenté par M. Bouchard. — Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

L'horticulture française, ses progrès et ses conquêtes depuis 1789; *par* M. Charles Baltet. Paris, Imprimerie nationale, 1890; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs. Sixième série, quatrième Volume, 1889. Besançon, Dodivers et Cie, 1890; in-8°.

Sul Coccodrilliano garialoide (Tomista calaritanus) *scoperto nella collina di Cagliari nel MDCCCVLIII.* Memoria del Giovanni Capellini. Roma, tipografia della R. Accademia dei Lincei, 1890; br. in-4°.

Andamento annuale e diurno della pioggia nel clima di Milano; per E. Pini. Milano, Ulrico Hœpli, 1891; br. in-4°.

La circulacion de la materia y de la energia en el universo; por Don Manuel Crespo y Lema. Jerez, 1890; in-8°.

Eerste Verslag van het onderroek naar de plantenstoffen van Nederlandsch-Indië door M. Greshoff. Batavia, Landsdrukkrij, 1890; br. gr. in-8°.

Annalen der Sternwarte in Leiden, herausgegeben von Dr H.-G. Van de Sande Bakhuyzen. Haag, Martinus Nijhoff, 1890; 2 in-4°.

The nautical almanac and astronomical ephemeris for the year 1894, *for the meridian of the royal observatory at Greenwich.* London, published by order of the lords commissioners of the Admiralty; in-8°.

Memoirs of the Boston Society of natural history; vol. IV, numbers VII-IX. Boston, published by the Society, 1890; 3 in-4°.

Proceedings of the Boston Society of natural history ; Vol. XXIV, Parts III and IV, may 1889-april 1890. Boston, published by the Society, 1890; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 novembre 1890.)

Note de M. *E. Branly,* sur des variations de conductibilité.

Page 786, ligne 34, *au lieu de* quelques substances présentent une augmentation de résistance, *lisez* quelques substances présentent dans certaines conditions une augmentation de résistance.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'histoire de la balance hydrostatique et de quelques autres appareils et procédés scientifiques;* par M. **Berthelot.**

« 1. On connaît le problème de la couronne d'Hiéron, relatif à l'analyse d'un alliage d'or et d'argent par une méthode purement physique. Il fut résolu par Archimède et fournit en quelque sorte la première illustration du principe célèbre sur lequel repose l'Hydrostatique.

» Ce fut à cette occasion, dit-on, que le géomètre grec prononça le mot si connu et si souvent répété : εὕρηκα.

» Vitruve ([1]) expose le détail de la solution, tel qu'il le comprend. D'après cet auteur, Archimède aurait introduit successivement des poids égaux d'or et d'argent dans un vase complètement rempli d'eau; il aurait

([1]) *De Architectura*, L. IX, Ch. 3. — Plutarque dit à peu près la même chose.

mesuré l'eau écoulée dans les deux cas, non directement, mais d'après la quantité d'eau qu'il fallait reverser dans le vase, pour le remplir, après avoir enlevé la masse métallique. Connaissant ces deux quantités, ainsi que celle de l'eau déplacée par un poids égal de l'alliage inconnu, Archimède aurait conclu, par une règle facile à établir, la proportion relative de ces métaux dans l'alliage; sans qu'il fût nécessaire de détruire la couronne, ni de lui faire subir aucune altération.

» La méthode exposée par Vitruve est correcte en principe, pourvu, bien entendu, que l'on suppose — ce que faisait Archimède — qu'il n'y a eu ni dilatation, ni contraction, lors de la formation de l'alliage. Mais le procédé qui la met en pratique est d'une exactitude médiocre, parce que le remplissage d'un vase à orifice aussi large est difficile à définir, et la mesure de la quantité d'eau écoulée peu précise.

» C'est ce que Galilée fit observer avec raison (¹), et il présenta un autre procédé moins grossier, fondé sur l'emploi de la balance hydrostatique; il ajoutait que (²) cet emploi répondait mieux au génie d'Archimède, qui avait dû sans doute employer quelque artifice analogue. Dans la balance hydrostatique, en effet, on détermine les pertes de poids d'une masse métallique suspendue, et pesée tour à tour dans l'air et dans l'eau, opération susceptible d'une très grande précision.

» Cette supposition de Galilée était plus vraie qu'il ne le croyait peut-être; car je vais donner des textes montrant que la balance hydrostatique était employée par les orfèvres pour analyser un mélange d'or et d'argent pendant le moyen âge et que leur procédé remonte à l'antiquité.

» Je citerai d'abord un texte du moyen âge qui fournit une expression plus approchée qu'aucun autre. Il se trouve dans un Traité technique relatif à l'Orfèvrerie et à la Peinture, intitulé *Mappæ clavicula;* nous en possédons plusieurs copies : l'une, du XIIe siècle, a été publiée par Way dans le tome XXXII de l'*Archæologia*, collection de la Société archéologique de Londres.

» Je vais donner ce texte en entier, traduit en français. Il répond au n° 194 de l'*Archæologia* (t. XXXII, p. 225).

» Tout échantillon d'or pur, quel qu'en soit le poids, est plus dense que tout échantillon d'argent également pur et de même poids, et cela dans la proportion de un vingt-

---

(¹) *Œuvres de Galilée*, édition d'Albéri, t. XI, p. 21; 1854.

(²) Même Ouvrage, t. XIV, p. 201. *Bilancetta*. — Édition nationale, t. I, p. 215; 1890.

quatrième et en outre de un deux-cent-quarantième. On peut le prouver comme il suit. Comparons sous l'eau une livre d'or très pur avec une livre d'argent également pur, nous trouverons l'or plus lourd que l'argent, ou l'argent plus léger que l'or, de 11 deniers, c'est-à-dire de la vingt-quatrième plus la deux-cent-quarantième partie de son poids.

» C'est pourquoi, si vous avez un objet fabriqué, dans lequel l'or paraisse mélangé d'argent, et que vous vouliez savoir combien il contient d'or et combien d'argent, prenez de l'or ou de l'argent, sous une masse égale; puis placez un poids égal de l'un ou de l'autre métal, ainsi que la masse en question (prise sous le même poids) sur la balance, et immergez dans l'eau. Si la masse est d'argent, elle sera soulevée, tandis que l'or penchera : le côté de l'or étant abaissé de la même quantité dont le côté de l'argent est soulevé. Avec l'objet lui-même, pesé sous l'eau, tout accroissement de poids (par rapport à l'argent) appartient à l'or; toute diminution (par rapport à l'or) doit être rapportée à l'argent. Et pour mieux se faire entendre, vous devez considérer que sous le rapport de l'excès de pesanteur de l'or, comme de légèreté de l'argent, 11 deniers représentent une livre, ainsi qu'il a été dit au début.

» L'emploi de la méthode hydrostatique est ici des plus nets. Pour saisir exactement le sens du morceau, il faut remarquer la fraction indiquée au début : $\frac{1}{24}+\frac{1}{240}$; c'est la différence entre les pertes de poids, dans l'eau, de masses égales d'or et d'argent. 1^{kg} d'or, par exemple, perdra, d'après la densité connue 19,26 : $51^{gr},9$; et 1^{kg} d'argent perdra, d'après la densité connue 10,51 : $95^{gr},1$. La différence est $43^{gr},2$.

» Or $(\frac{1}{24}+\frac{1}{240})1^{kg}=45^{gr},8$ [1].

» Les nombres sont aussi voisins qu'on peut l'attendre des procédés de purification des métaux connus au moyen âge. La proportion relative de l'or et de l'argent se calcule aisément : φ étant la perte de poids de l'or, φ' celle de l'argent, φ'' celle de l'alliage, la fraction x de l'or qu'il renferme sera

$$x=\frac{\varphi'-\varphi''}{\varphi'-\varphi};$$

$\varphi'-\varphi$ est ce que l'auteur de l'article exprime par 11 deniers pour une livre. Pour comprendre cette expression, il convient de savoir que l'auteur admet une livre de 12 onces, chaque once valant 20 deniers. 11 deniers font alors précisément $\frac{1}{24}+\frac{1}{240}$ du poids de la masse métallique mise en expérience.

» Ce procédé d'analyse des alliages d'or et d'argent par la balance hydro-

---

[1] On néglige ici la perte de poids dans l'air, laquelle n'atteindrait que la dernière décimale.

statique était fort répandu chez les orfèvres du moyen âge; car on retrouve le même texte dans un manuscrit du XIIIe siècle contenant un Traité technique bien connu, celui d'Eraclius (Livre III, Chap. 23); mais avec des variantes un peu moins exactes quant aux valeurs numériques, car l'auteur indique la fraction $\frac{1}{20}$ (c'est-à-dire 50^{gr}, au lieu de $45^{gr},8$), comme représentant l'excès de la perte de poids due à l'or sur celle due à l'argent; et la valeur 12 deniers comme le nombre caractéristique. Or ces variantes numériques existent, ainsi que le texte lui-même, dans le manuscrit 12292 de la Bibliothèque nationale, sur le premier folio, écrit au Xe siècle.

» Le texte de la *Mappæ clavicula* est donc le plus exact.

» Quelques modernes, notamment l'éditeur du *Traité d'Eraclius* dans les *Quellenschriften für Kunstgeschichte und Kunsttechnik des Mittelalters* (Wien, 1873, p. 141), ont pensé que le procédé décrit par l'auteur n'avait pas dû être transmis directement depuis l'antiquité; mais qu'il était revenu en Europe, comme tant d'autres résultats scientifiques, par l'intermédiaire des Arabes. On sait que les Arabes eux-mêmes n'ont guère fait, en matière de Physique et de Mathématiques, que traduire les savants grecs. Il paraît dès lors probable que la balance hydrostatique vient des Grecs, sinon d'Archimède lui-même.

» Que la balance hydrostatique remonte à l'antiquité classique, c'est, en effet, ce que démontre la lecture d'un petit poème latin sur les poids et mesures, attribué soit à Priscien, soit à Q. Remnius Fannius Palemo, poème écrit au temps de l'Empire romain, vers le IVe ou le Ve siècle de notre ère, et qui a été publié dans les *Poetæ latini minores*. L'emploi de la balance hydrostatique pour résoudre le problème de la couronne y est amplement décrit et attribué à Archimède (HULTSCH, *Metrol. reliquiæ*, t. II, p. 95).

» La différence entre les pertes de poids dans l'eau d'une once d'or et d'argent y est fixée à trois drachmes, c'est-à-dire à $\frac{1}{25}$, en acceptant l'évaluation de la livre attique à 75 drachmes, d'après les vers antérieurs du même poème : cette fraction est un peu trop faible, d'après ce qui précède, mais toujours voisine de la vérité.

» C'était donc là une tradition, transmise au moyen âge depuis le temps des Grecs et des Romains.

» 2. Le même poème contient la description de l'aréomètre, dont parle aussi Synésius, et il expose un procédé pour déterminer la composition d'un objet formé avec un alliage d'or et d'argent, d'après son poids et celui d'un volume égal de cire, mesurés directement : ce qui est encore plus remarquable. Le procédé consiste à prendre d'abord les poids d'un

même volume d'or, d'argent et de cire, puis le poids de l'objet et le poids d'une reproduction en cire, exécutée au moyen du même objet. La comparaison de ces diverses données permet de calculer la proportion relative de l'or et de l'argent, dans l'alliage susindiqué.

» Ce procédé dérive évidemment des moulages des orfèvres, exécutés à cire perdue dans la pratique de leur art, et dont je vais parler maintenant.

» 3. On remarquera que dans les procédés précédents les densités proprement dites des métaux ne sont pas calculées. C'est une notion qui n'a été tout à fait éclaircie que plus tard. Les rapports numériques entre les densités des métaux étaient cependant connus en fait, au moins approximativement; car ils résultent d'une recette signalée dans un manuscrit de la *Mappæ clavicula*, existant à Schlestadt, écrit au x[e] siècle. M. Giry, qui l'a découvert et collationné, a bien voulu me communiquer sa collation; il y a relevé deux transcriptions de la recette que je vais donner. Cette recette me paraît répondre aux moulages d'objets à cire perdue et indiquer les poids relatifs des métaux susceptibles de remplacer dans le moule un poids donné de cire. D'après ces textes :

1 once de cire (20 deniers) est remplacée pendant la fusion par 8 onces et 16 deniers d'airain	176 deniers
9 onces et 3 deniers de cuivre	183
7 onces et 17 deniers d'étain	157
10 onces et 12 deniers d'argent	212
1 livre et 6 deniers de plomb	246
1 livre, 7 onces et 8 deniers d'or	388

» Si l'on admet pour la densité de la cire la valeur 0,96, les chiffres précédents fourniraient pour les métaux les densités suivantes :

Airain	8,4
Cuivre	8,8
Étain	7,5
Argent	10,2
Plomb	11,8
Or	18,6

» Ces chiffres sont assez rapprochés des densités de nos métaux purs : ils se rapporteraient aux métaux solidifiés, plutôt qu'aux métaux en fusion; mais les conditions du moulage sont trop compliquées pour permettre de serrer davantage de semblables rapprochements.

» 4. Je saisis cette occasion pour apporter un nouveau texte relatif à

l'origine du nom du bronze, texte plus décisif encore que les précédents. On lit, en effet, dans une recette d'amalgame de la *Mappæ clavicula* (n° 89), les mots : *Brundisini speculi tusi et cribellati;* c'est-à-dire « métal à miroir de Brindes, broyé et criblé ». Il s'agit donc bien du métal qui servait à fabriquer ces miroirs de Brindes, dont Pline parle en deux endroits ([1]), et qui me paraissent l'origine du nom moderne du bronze.

» 5. On trouve encore dans la *Mappæ clavicula* la description d'une invention moins importante, mais qui n'est pas sans intérêt ni sans application, celle du système des cercles concentriques dit *de Cardan;* système bien connu, à l'aide duquel un objet placé au centre conserve une position invariable, quels que soient les mouvements imprimés au système. Or ce système était connu au XIIe siècle; car il figure dans la *Mappæ clavicula,* parmi une suite de recettes de magicien, ou de prestidigitateur, professions exercées alors par les mêmes individus. Voici dans quels termes :

» Soit quatre cercles concentriques et roulant les uns sur les autres, d'après une disposition convenable de leurs diamètres; si l'on suspend un vase à leur intérieur, de quelque façon qu'on les tourne, rien ne se répandra.

» C'est sans doute dans les procédés secrets de la magie, auxquels il n'était pas étranger, que Cardan aura trouvé son invention : il est probable qu'elle remontait aux physiciens grecs.

» D'après une Lettre que M. Le Myre de Vilers me fait l'honneur de m'écrire, la suspension à la Cardan est d'ailleurs également employée dans l'extrême Asie, probablement de temps immémorial; car les Chinois ne changent pas leurs procédés : cependant ce point exigerait de nouveaux éclaircissements.

» 6. La filiation antique de certaines des recettes de la *Mappæ clavicula* peut être démontrée complètement pour quelques-unes d'entre elles, appartenant à l'étude des alliages métalliques et congénères. En effet, plusieurs des articles qui les décrivent sont traduits *mot pour mot* des textes grecs contenus dans le papyrus égyptien de Leide, et d'autres articles sont traduits pareillement de certains textes, appartenant aux plus vieux alchimistes grecs, que j'ai publiés. J'ai constaté ces remarquables identités; elles sont d'autant plus frappantes qu'il s'agit d'articles transcrits dans le manuscrit de Schlestadt, écrit au Xe siècle, c'est-à-dire antérieur à l'in-

---

([1]) *Introd. à l'étude de la Chimie des anciens,* p. 279.

fluence arabe. Comme le papyrus de Leide n'a été tiré de sa momie que dans le cours du XIXe siècle, cette identité prouve que les recettes de la *Mappæ clavicula*, au moins certaines, sont celles mêmes des orfèvres et artisans de l'antiquité : c'est la démonstration d'une transmission directe des connaissances techniques de l'antiquité, par la voie des procédés traditionnels des ateliers, depuis l'Égypte jusqu'à l'Italie, et depuis l'époque de l'empire romain jusqu'au cœur du moyen âge. Je développerai, dans un autre Recueil, cette étude, qui jette un jour tout nouveau sur la filiation des sciences chimiques en Occident. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur la limite ultra-violette du spectre solaire, d'après des clichés obtenus par M. le Dr O. Simony au sommet du pic de Ténériffe*. Note de M. A. **Cornu**.

« Depuis plusieurs années, j'ai cherché, à diverses reprises, à reculer la limite du spectre solaire ultra-violet observable avec la photographie ; mais l'absorption par l'atmosphère terrestre croît, avec la réfrangibilité des radiations, suivant une loi si rapide, que tous les artifices, optiques ou photographiques, essayés jusqu'ici, ne m'ont apporté que des résultats insignifiants [1]. Au premier abord, cette conclusion négative semble en contradiction avec les résultats obtenus dans diverses voies, notamment en Astronomie physique ; on sait, en effet, qu'avec des plaques sèches très

---

(1) La principale difficulté qu'on rencontre est le voile du cliché, surtout aux longues poses : optiquement, on l'atténue par l'accroissement de la dispersion et la diminution de la hauteur de la fente du collimateur; photographiquement, par l'interposition d'une substance absorbant les radiations bleues et violettes. Le voile, en effet, provient généralement de ces radiations, douées d'une puissance photochimique considérable : leur diffusion s'effectue par suite de l'illumination de la surface des prismes et des lentilles dont le poli n'est jamais absolu ; avec la surface striée des réseaux, cette diffusion devient tout à fait gênante.

Parmi les substances absorbantes, on peut employer la chrysoïdine suffisamment étendue, les vapeurs hypoazotiques, et particulièrement la vapeur de brome, qui paraît d'une transparence complète pour la région ultra-violette du spectre solaire ; à cet effet, on interpose sur le trajet du faisceau incident un tube de verre de 4^{cm} à 5^{cm} de diamètre et de 20^{cm} de longueur, fermé par deux lames de quartz, dans lequel on verse quelques gouttes de brome par une tubulure latérale.

Avec toutes ces précautions réunies, on peut amener sur la fente du collimateur l'image solaire d'une lentille collectrice de quartz, sans avoir à redouter le voile du cliché au voisinage de la limite du spectre.

sensibles, on parvient à photographier des astres extrêmement faibles, et même les spectres de ces astres. Il semble donc qu'en augmentant la durée d'exposition on doive pénétrer de plus en plus avant dans la région du spectre solaire que l'atmosphère terrestre affaiblit par absorption.

» Théoriquement cette conséquence est exacte et l'expérience n'est point en désaccord avec elle : en augmentant méthodiquement le temps de pose, on voit, en effet, la limite du spectre reculer peu à peu ; mais la progression de ce recul se ralentit bientôt tellement qu'elle paraît indiquer une limite infranchissable, correspondant à une durée d'exposition infinie.

» C'est aussi à cette conclusion que conduisent les déterminations numériques suivantes : si l'on mesure sur ces clichés la longueur d'onde λ de la dernière trace visible obtenue, avec un temps de pose t progressivement croissant, on trouve que les observations sont assez bien représentées par la formule [1]

$$\lambda = b + \frac{A}{\sqrt{t}};$$

b et a étant deux constantes. b représente alors la *limite infranchissable* et A la *sensibilité* de la plaque photographique.

» L'examen des clichés longuement exposés fait ressortir le caractère particulier de l'absorption atmosphérique ; le spectre photographié, très intense et même empâté, s'arrête brusquement comme intercepté par un écran opaque qui ne laisserait subsister qu'une pénombre étroite : c'est cette pénombre, où les détails sont d'ailleurs confus, qui constitue le bénéfice de l'accroissement du temps de pose ; si l'on exagère encore cette durée, le cliché s'empâte davantage, la pénombre diminue de largeur sans gagner notablement ni en netteté, ni en réfrangibilité.

» La seule voie qui reste ouverte pour étendre nos connaissances sur la constitution du spectre solaire au delà de cette limite ultra-violette est la diminution de l'épaisseur atmosphérique, c'est-à-dire l'observation à de hautes altitudes. De ce côté encore le bénéfice, quoique certain, paraît

---

(1) *Association française pour l'avancement des Sciences ;* 1884. — *Congrès de Blois,* p. 103. — Cette formule empirique conduirait, pour la variation du coefficient d'absorption de l'atmosphère avec la longueur d'onde, à une loi approximative différente de celle qui a été conclue de la variation de la limite du spectre avec la hauteur du Soleil (*Comptes rendus,* t. LXXXVIII, p. 1287). Mais, si la forme analytique n'est pas la même, les valeurs numériques du coefficient, dans l'intervalle considéré, sont équivalentes.

peu en rapport avec les difficultés matérielles nécessitées par l'installation d'un spectrographe sur le sommet de hautes montagnes; il résulte, en effet, de mes observations dans les Alpes en 1879 [1] qu'on ne gagne guère qu'une unité de l'échelle des longueurs d'onde d'Ångström (un millionième de millimètre) pour une élévation de 868ᵐ. J'ai donc jusqu'à présent reculé devant l'emploi de cette dernière ressource en songeant aux difficultés d'une expédition dans laquelle il faudrait dépasser notablement l'altitude de 2570ᵐ atteinte pour mes observations de 1879. Mais j'ai toujours pensé que l'étude de la limite ultra-violette du spectre solaire mériterait d'être, sinon l'objet principal, du moins le complément d'un voyage d'exploration à de hautes altitudes.

» C'est justement dans ces conditions que M. le Dʳ Oskar Simony, de Vienne, a entrepris en 1888 un voyage scientifique aux îles Canaries, duquel il a rapporté, outre de précieuses collections zoologiques, une série étendue de clichés photographiques du spectre solaire obtenus sur le pic de Ténériffe [2]. Ayant eu connaissance de ces résultats, je me suis adressé au savant explorateur, lui demandant de me faire connaître le résumé de ses observations spectrales : avec une générosité scientifique qu'on ne saurait trop louer et dont je lui exprime ici toute ma gratitude, M. le Dʳ Simony a bien voulu me confier ses clichés originaux et en faire don au cabinet de Physique de l'École Polytechnique.

» Plusieurs de ces clichés, obtenus en août 1888, aux environs de midi, soit à la station d'Alta-Vista (altitude 3200ᵐ), soit au sommet du pic (pic de Teyde, altitude 3700ᵐ) répondent exactement aux conditions requises pour l'observation de la limite ultra-violette du spectre solaire et sont admirablement réussis; je me suis donc fait un devoir d'examiner avec soin cette belle collection et d'en tirer tout le parti possible, en vue de compléter et de prolonger la Carte du spectre normal ultra-violet du Soleil que j'ai déduite, il y a quelques années, d'observations à de basses altitudes [Courtenay (Loiret), altitude 170ᵐ] [3].

» La concordance des raies de ces clichés avec celles de la planche

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 808.

(2) *Anzeiger der K. Akademie der Wissenschaften, Wien*; 1889. — *Mathem. naturwissenschaftliche Classe*, p. 37.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1101. Le Mémoire détaillé, avec deux planches gravées, a été publié en 1880 dans les *Annales de l'École Normale*, 2ᵉ série, t. IX.

gravée de mon Mémoire s'aperçoit à première vue; j'ai même constaté avec satisfaction que, jusqu'au delà de la raie *t*, les détails les plus délicats fournis par le spectroscope de M. le Dr Simony (bien qu'environ deux fois plus dispersif que le mien) figurent sur cette planche [1]; mais, au delà, les clichés de Ténériffe acquièrent une supériorité croissante avec la réfrangibilité, autant par la finesse des détails que par l'extension de la limite : c'est l'effet prévu de l'accroissement de la transparence ultra-violette de l'air due à la diminution de l'épaisseur atmosphérique. Il devenait alors possible de compléter les détails de la région comprise entre les raies *t* et U, restée confuse sur mes clichés, et de prolonger la carte au delà de U jusqu'à la limite observable sur le cliché de Ténériffe le plus étendu.

» Mais, outre l'utilité de cette représentation qualitative du spectre solaire ultra-violet, l'étude de ces clichés offrait encore un point de vue intéressant, à savoir la possibilité de déterminer le coefficient caractéristique du gain produit par l'accroissement d'altitude et le contrôle de la valeur déjà citée de ce coefficient.

» Grâce à la comparabilité des clichés de Ténériffe (alt. 3700^m) et des miens (alt. 170^m), je trouvais les éléments d'une observation différentielle, analogue à celle que j'avais réalisée dans les Alpes, avec une altitude supérieure de 1130^m.

» Pour obtenir ce double résultat, il fallait au préalable ramener à l'échelle des longueurs d'onde la partie nouvelle du spectre prolongé : ce problème pouvait paraître insoluble, car les clichés de Ténériffe ne portent ni repères, ni raies de comparaison. Heureusement, l'étude antérieure de cette région spectrale m'avait démontré que les raies du fer et celles du Soleil offrent beaucoup de coïncidences, non seulement comme position, mais comme intensité relative : il en résulte que le spectre du fer volatilisé dans l'arc électrique est un véritable canevas du spectre solaire.

» J'ai donc commencé par déterminer avec un réseau la longueur d'onde des raies du fer, comprises entre $\lambda = 280$ et $\lambda = 310$, certain d'avance d'y rencontrer des groupes identifiables avec les raies solaires et, par conséquent, d'obtenir des repères en nombre suffisant : une série d'épreuves a fourni des valeurs très concordantes relatives à vingt-cinq raies comprises dans cet intervalle.

---

(1) Ce spectroscope est composé de 3 prismes de quartz (6 demi-prismes de rotation contraire collés deux à deux à la glycérine) et d'objectifs de quartz de 60^{cm} environ de distance focale : mon appareil comprenait un prisme de spath d'Islande et deux objectifs de quartz de 25^{cm} de foyer.

La compensation est due, en grande partie, à la perfection optique de mon prisme unique, mais aussi à l'emploi du collodion humide qui donne aux clichés une finesse de grain bien supérieure à celle des plaques sèches à la gélatine.

» Une seconde série de clichés du spectre du fer, obtenus avec deux prismes de quartz, m'a permis de constater une fois de plus que la formule homographique

$$(\Delta - a)(\lambda - b) = c^2$$

est excellente comme formule d'interpolation (Δ représente ici la déviation linéaire mesurée sur le cliché).

» La substitution des longueurs d'onde de trois raies

$$[299,45(t),\ 297,33,\ 294,79(\mathrm{U})]$$

a suffi pour retrouver exactement les valeurs des longueurs d'onde de toutes les raies déterminées dans la première série.

» Enfin, parmi les clichés de M. le Dr Simony, j'ai choisi, pour les mesures définitives, celui qui présente la plus grande extension (du 23 août 1888, midi 15^m; pic de Teyde, deux minutes de pose); l'identification des trois raies précédentes dans le spectre du Soleil et celui du fer a été immédiate et la formule ci-dessus a permis de calculer la longueur d'onde de toutes les raies solaires relevées au micromètre.

» Comme la loi de dispersion du cliché solaire s'est trouvée sensiblement la même que celle des clichés prismatiques ci-dessus, l'emploi de la formule homographique est pleinement justifié : d'ailleurs les vérifications ont été multiples; en dehors des trois raies de repères, plusieurs autres raies, dont l'identification était évidente, d'après leur aspect, avec celle du fer, ont fourni comme longueurs d'onde des chiffres identiques.

» Il ne peut donc, malgré l'absence de repères directs, rester aucun doute sur l'exactitude de ces déterminations. Elles ont été reportées sur un dessin où sont figurées toutes les raies rangées suivant l'échelle des longueurs d'onde : *la mise à l'effet* a été obtenue par diverses teintes de l'encre et par le lavis au pinceau.

» J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie le dessin à grande échelle de la région ultra-violette du spectre normal du Soleil, comprise entre la raie $t(\lambda = 299,45)$ et la limite $(\lambda = 292,2)$ déduite de l'étude du cliché de Ténériffe : la réduction ci-jointe, à une échelle moitié moindre (double de celle d'Angström), en reproduit les caractères principaux [1]; on y reconnaît la coïncidence d'un grand nombre de raies du fer, ainsi que celles de deux raies importantes du magnésium.

---

(1) J'aurais voulu donner une épreuve phototypique agrandie du cliché original ayant servi de base aux mesures; malheureusement l'agrandissement efface tous les détails : j'ai même dû, dans le relevé micrométrique, n'employer que de très faibles grossissements, en y joignant certaines conditions d'éclairage, pour apercevoir les raies faibles voisines de la limite du spectre.

» La comparaison de la Carte gravée de mon Mémoire avec le présent dessin donne la mesure de l'influence de l'altitude sur la position de la limite ultra-violette.

» On peut estimer cette limite soit d'après la dernière trace visible, soit, ce qui vaut mieux, d'après le groupe de raies à partir duquel on voit le spectre se dépouiller de ses détails : ces deux évaluations, pour des raisons diverses, comportent une assez grande part d'incertitude, mais, après discussion, leurs valeurs s'accordent à peu près.

Clichés obtenus à	Altitude.	Longueur d'onde de la dernière trace visible.	Longueur d'onde du début de l'effacement des détails.
Ténériffe.......	3700^{m}	292,2	293,7
Courtenay......	170	294,8 (raie U)	298,0
Différence...	3530	— 2,6	— 4,3

» On en conclut que pour prolonger le spectre solaire ultra-violet d'une unité (millionième de millimètre) il faut s'élever de 1358^{m} d'après le premier mode d'évaluation, de 821^{m} d'après le second.

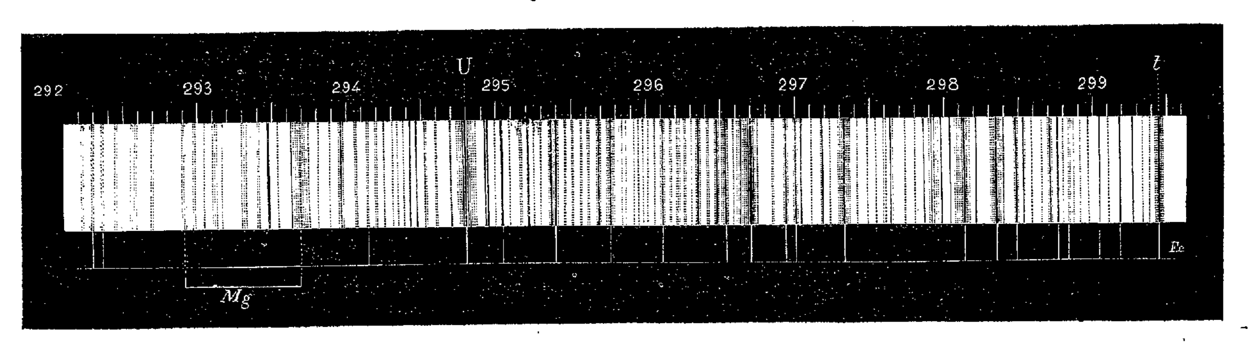
» Mais le premier chiffre (1358^{m}) est certainement trop élevé : en effet, la limite spectrale adoptée par la basse altitude (294,8) est le résultat extrême recueilli parmi un grand nombre d'observations durant plusieurs étés : on doit donc la considérer comme un peu trop faible; celle de la haute altitude est au contraire trop forte, car elle ne résulte que de deux jours d'observations et au mois d'août seulement. Le second chiffre, 821^{m}, doit se rapprocher davantage de la vérité parce qu'il correspond à une sorte d'absorption moyenne et qu'il dépend moins de la présence fortuite de raies sombres au voisinage de la limite.

» Le nombre déduit des observations dans les Alpes est 868^{m}; il est compris entre les deux chiffres précédents et très voisin de ce dernier : la concordance est donc satisfaisante, eu égard aux incertitudes inhérentes à un phénomène si délicat. Conformément au résultat annoncé dès 1879 (1), on gagne donc bien peu en transportant le spectrographe sur les hautes montagnes; le taux de ce gain paraît même s'amoindrir à mesure qu'on

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1108.

s'élève. Ainsi au sommet du mont Blanc (alt. 4810^{m}), la surélévation de 1110^{m} au-dessus du pic de Teyde donnerait à peine une unité et demie, c'est-à-dire ne reculerait la limite des *détails nets* du spectre solaire que jusqu'à $\lambda = 292$. Malgré ce faible bénéfice, l'intérêt qui s'attache à la connaissance approfondie des radiations solaires rend fort désirable la déter-

Spectre normal du Soleil
au voisinage de la limite ultra-violette.



mination directe de cette limite : l'installation projetée d'une station au sommet du mont Blanc permettrait de réaliser l'expérience, surtout si le séjour à cette grande altitude pouvait se prolonger suffisamment.

» L'expédition de M. le D[r] Simony a donc servi à étendre nos connaissances sur un point important de la Physique solaire et à confirmer des résultats qui guideront les observateurs pour aller plus avant dans la même voie. »

BOTANIQUE. — *Contribution à l'histoire naturelle de la Truffe;* par M. **Ad. Chatin.**

« Parmi les nombreuses Tubéracées de France qu'on trouve parfois associées à la Truffe dite de Périgord (*Tuber melanosporum* ou *T. cibarium*), il en est quatre qui présentent un intérêt spécial, soit parce qu'elles suivent celle-ci partout, en Dauphiné, Provence, Angoumois et Poitou, aussi bien qu'en Périgord et Quercy, soit parce que, confondues avec elle dans la récolte, et, quand faire se peut, dans le commerce, elles ont des qualités réelles et sont respectivement recherchées en certains pays où, parfois, elles existent même seules.

» L'une de ces Truffes, la plus importante par le chiffre de sa production et de son commerce, est la Truffe de Bourgogne-Champagne, que j'ai dénommée *Tuber uncinatum*, empruntant son nom spécifique au caractère très particulier de ses spores qu'hérissent des papilles courbées en crochet au lieu d'être droites comme dans les autres Tubéracées papillifères ([1]).

» La seconde espèce est la Truffe blanche d'hiver (Caillette des Provençaux), à laquelle j'ai donné le nom de *Tuber hiemalbum*, de la couleur blanchâtre de sa chair et de sa maturation hivernale ([2]).

» La troisième espèce, connue en quelques pays sous les noms de *Truffe-Fourmi, Truffe-Punaise, Truffo pudendo, Rougeotte*, est le *Tuber brumale*, compagnon fidèle et, à tous égards, proche allié de la Truffe de Périgord.

» La quatrième espèce, que je fais connaître ici pour la première fois, est le *Tuber montanum*, récolté dans les montagnes des environs de Corps.

» TUBER UNCINATUM. — La Truffe de Bourgogne-Champagne, dite *Truffe de Dijon, Truffe de Chaumont*, des villes où elle a ses principaux marchés, n'est pas, comme la Truffe de Périgord, — et c'est regrettable, étant données ses qualités très réelles, — l'objet de cultures qui viendraient, — ce qui a lieu pour celle-ci dans les Basses-Alpes, Vaucluse, la Drôme, la Vienne, la Dordogne et le Lot, — accroître sa production.

» La récolte de cette Truffe, que sa précocité par rapport à la Truffe de Périgord rend maîtresse du marché d'octobre en décembre, reste stationnaire, ses produits n'atteignant pas (en première main) à 2 millions de francs, tandis que la Truffe de Périgord a passé, de 1869 à 1889, de 16 millions à 20 millions, le prix du kilogramme de Truffes restant évalué à 10^{fr}; et à 30 millions, en tenant compte des prix moyens, passés en vingt ans, de 10^{fr} à 15^{fr} le kilogramme, malgré l'accroissement de la production.

» L'aire qu'occupe la Truffe de Bourgogne est fort étendue. On s'en fera une idée en considérant qu'elle accompagne partout la Truffe de Périgord : en moindre proportion dans le sud et le sud-ouest de la France; en proportion plus grande dans le centre et le sud-est; elle existe, à son exclusion (?) dans les départements de l'est et du nord-est.

» C'est l'une des Truffes qui s'avancent le plus au nord, généralement

---

([1]) A. CHATIN, *Une nouvelle espèce de Truffe* (*Comptes rendus*, t. CIV; 1887).
([2]) A. CHATIN, *La Truffe*. Paris, Bouchard-Huzard; 1869.

escortée par le *Tuber æstivum* et le *Tuber mesentericum;* la plupart des stations attribuées au *Tuber mesentericum,* espèce d'été comme la Marienque, doivent être rapportées à la Truffe de Bourgogne-Champagne, qui a sa pleine saison en novembre-décembre ([1]).

» De saveur et d'odeur agréables, la Truffe de Bourgogne a la chair d'un gris brun, n'arrivant jamais au noir, même par la cuisson, tous caractères qui la distinguent bien de la Truffe de Périgord. Extérieurement, la distinction semblerait plus difficile, toutes deux ayant le péridium noir, si dans le *Tuber uncinatum* les verrues n'étaient plus grosses que chez le *melanosporum.* Dans le doute, on serait vite fixé par l'examen des spores, réticulées et à papilles crochues dans le premier, sans réticulations et à papilles droites spiniformes dans le second.

» L'opinion émise que la Truffe de Bourgogne ne serait que l'état hivernal de la Truffe blanche d'été ou de Saint-Jean (*Tuber æstivum*) ne saurait même être discutée, étant données les profondes différences que présentent les spores, etc. La seule analogie que l'on observe entre ces deux Truffes est dans la grosseur des verrues du périderme, grosseur toutefois plus exagérée dans le *Tuber æstivum* que dans l'*uncinatum.*

» TUBER HIEMALBUM. — La Truffe blanche d'hiver, dont on a contesté l'existence comme espèce, est pourvue d'une écorce ou péridium tout à fait caractéristique : 1° par la dépression très prononcée de ses verrues; 2° surtout par son extrême fragilité, fragilité telle qu'un frottement, même léger, ou le plus petit coup le détache par plaques, en laissant à nu sa chair blanchâtre, ce qui la fait alors aisément reconnaître.

» Les spores ont d'ailleurs sensiblement leur diamètre moins grand et leurs papilles plus fines que dans la Truffe de Périgord.

» La Truffe blanche d'hiver exhale une odeur quelque peu musquée, faible, mais assez prononcée toutefois pour attirer les porcs et les chiens, bêtes intelligentes qui *ne fouillent jamais la Truffe de Périgord,* quand, *non encore mûre,* elle a la chair blanchâtre de celle-là, pour laquelle quelques mycologues l'ont prise.

» D'ailleurs, bien loin d'être une Truffe de première saison, la Truffe blanche d'hiver, que cette année encore j'ai reçue en avril de Carpentras,

---

([1]) On trouve dans le commerce, dès octobre-novembre, quelques Truffes de Périgord qui déjà ont, il est vrai, le péridium noir, mais que leur chair blanche, le manque omplet d'arome et de saveur placent bien au-dessous de la Truffe de Bourgogne.

sous les noms de *Caïette, Caillette, Musquée d'hiver*, est, suivant M. Rousseau, le trufficulteur bien connu, une Truffe de *fin d'hiver*.

» S'il en est qui, pour rejeter comme espèce le *Tuber hiemalbum*, l'ont assimilé à la Truffe de Périgord non mûre, d'autres, à même fin, ont vu en lui le *Tuber æstivum*, prolongeant sa saison de juin en avril, oubliant que ses spores, au lieu d'être réticulées, ne portent que de fines papilles; quelques-uns ont même cru reconnaître en notre Truffe blanche d'hiver le *Picoa Juniperi* d'Italie et d'Algérie (non encore observé en France), tubercule d'odeur forte et désagréable, à péridium charnu tubéreux, *très adhérent* à une chair granuleuse, friable, à grosses spores *sans papilles* et réunies dans des sporanges à très longue queue; en outre, tubercule d'été.

» On remarquera les rôles très divers que la classique Truffe blanche d'été serait appelée à remplir, grâce à une série bien singulière de métamorphoses :

» 1° En se perpétuant jusqu'en décembre, elle deviendrait la Truffe de Bourgogne par le brunissement de sa chair et la métamorphose de ses spores à grandes réticulations et à courtes papilles droites, en spores plus finement réticulées et à papilles crochues; sans compter la réduction notable du volume des verrues.

» 2° En restant blanchâtre au dedans, réduisant beaucoup le volume de ses verrues, perdant les réticulations de ses spores que remplaceraient de longues et fines papilles, et reportant sa maturation d'été en hiver, elle deviendrait la Truffe blanche d'hiver.

» Mais de telles vues ne sauraient être accueillies par les botanistes, habitués qu'ils sont à compter avec les saisons, et plus encore avec la fixité des caractères organiques des espèces.

» Du reste, le *Tuber hiemalbum*, les *Tuber brumale* et *montanum*, dont il va être question, forment avec le *Tuber melanosporum* un groupe naturel homogène, que caractérisent des spores oblongues, jamais réticulées, toujours munies de fines papilles droites.

» Or, ce sont là des espèces qui, pour être voisines, ne restent pas moins bien distinctes.

» Tuber brumale. — Son tubercule, appelé en quelques pays *Rougeotte, Truffe-Fourmi*, de la teinte cuivrée de son périderme avant la maturité, est en réalité, malgré les épithètes de *punaise* ou *pudendo*, qu'on lui applique parfois, la meilleure Truffe, après celle de Périgord (et de

Corps), qu'elle suit partout et remplace parfois plus ou moins complètement.

» C'est la Truffe de Norcia ou *Truffe noire des Italiens,* qui la tiennent en aussi grande estime que leur grosse Truffe blanche à l'ail (*Tuber magnatum*); la Truffe *rouge* de Dijon, où, assez rare, elle est préférée à la Truffe grise (*Tuber uncinatum*).

» Trouvée une seule fois à Chaumont, où est commune la Truffe *grise,* la Rougeotte est cependant assez répandue près de Verdun, sur les coteaux ensoleillés de Châtillon-les-Côtes, de Monzeville et de Sommediches, d'où je l'ai reçue de M. Chamouin. Ses spores, d'ailleurs assez semblables à celles de la Truffe de Périgord, s'en distinguent toutefois par leurs papilles un peu plus longues et parfois flexueuses.

» L'odeur, agréable, a quelque chose d'éthéré et de poivré.

» L'existence du *Tuber brumale* en Bourgogne-Champagne, et surtout en Lorraine, où croît aussi (et domine) le *Tuber uncinatum,* comme lui associé à la Truffe de Périgord dans les contrées où celle-ci a le centre de son aire, importe à ce point de vue, qu'elle semble y provoquer l'introduction de cette dernière espèce, de toutes la plus recherchée, en vertu du principe d'acclimatation qui peut être ainsi formulé : si un certain nombre d'espèces croissent ensemble dans un pays donné, telle de ces espèces qui viendrait à manquer en des localités où vivent les autres pourra y être introduite avec probabilité de succès.

» Mais ce n'est pas seulement la probabilité, c'est la certitude qu'on aurait de la naturalisation, par culture rationnelle, de la Truffe de Périgord dans nos départements de l'Est, s'il est établi que cette Truffe existe aux environs de Verdun et de Dijon, comme l'assurent M. Liénard, secrétaire de la Société Philomathique de Verdun, et Morelet, président de l'Académie de Dijon [1].

» TUBER MONTANUM. — Ayant entendu dire que la Truffe de Périgord était récoltée aux environs de Corps, sur les pentes des montagnes qui confinent aux frontières des départements de l'Isère et des Hautes-Alpes, je priai M. Aglot, conseiller général de l'Isère pour le canton de Corps, de m'en adresser quelques spécimens, ce qu'il fit avec un empressement dont je ne saurais assez le remercier.

» Son envoi se composait de quatre échantillons de Truffes récoltées :

---

[1] MORELET, *Session de la Société Botanique de France, à Dijon, en* 1882.

les n°s 1 et 2, à Corps et à Quet-en-Beaumont; les n°s 3 et 4, à Pellafol et Pont-du-Loup, à l'altitude d'environ 900^{m}.

» Les deux premiers spécimens appartenaient incontestablement à la Truffe de Périgord, dont les n°s 3 et 4, semblables d'ailleurs entre eux, différaient par les caractères ci-après.

» Les *verrues* sont un peu moins plates et sensiblement plus grosses que dans la Truffe de Périgord, sans toutefois atteindre au volume de celles du *Tuber uncinatum*, et surtout du *Tuber æstivum;* la *chair* est plus pâle, plus grise, moins brun pourpre ou chocolat, traversée de veines plus vermiculées, rappelant celles du *Tuber mesentericum,* surtout plus sombres et par suite moins apparentes que dans la Truffe de Périgord. Les *veines*, d'une structure très spéciale, ne sont pas formées seulement, comme dans la Truffe de Périgord, de trois lignes : une blanche centrale bordée de deux lignes pellucides brunes, mais de cinq lignes, savoir : une ligne blanche centrale très fine, deux lignes brunâtres, puis encore deux lignes ou bandes blanches assez larges, encadrant les lignes brunes, ce qui fait paraître l'ensemble de la veine d'un blanc grisâtre, avec deux traits plus obscurs au milieu.

» Voici d'ailleurs ce que m'écrit à son sujet M. E. Boudier, l'un des maîtres en mycologie, à qui j'avais communiqué les échantillons reçus de M. Aglot.

» Je suis très content que vous ayez confirmé mes observations sur la composition des veines de votre curieuse Tubéracée de Quet et de Pellafol... Je trouve les caractères si tranchés que je n'hésite pas à la différencier du *melanosporum*. La couleur de la chair n'est pas la même, la forme des veines est très différente et se rapproche de celle du *mesentericum*. Leur composition avec deux lignes obscures internes, ce qui les rend à cinq bandes, ne ressemble à aucune des espèces voisines. Évidemment, elle ne peut en être regardée comme une simple variété.

» Les spores de la nouvelle espèce, semblables à celles du *melanosporum* par leur forme oblongue, leurs diamètres et leurs papilles, sont moins foncées en couleur.

» En donnant à la truffe des environs de Corps le nom de *montanum*, j'ai voulu rappeler la station montagnarde où elle a été trouvée pour la première fois.

» Cette Truffe pourra être rencontrée, sans doute, en régions plus basses, où se plaît surtout le *melanosporum,* pour lequel l'altitude de Corps est peut-être la limite extrême. Il serait intéressant d'examiner avec soin,

sous ce dernier rapport, les truffes du mont Ventoux, vers les points qu'elles semblent ne pas dépasser (800^m?).

» Notons que l'arome du *Tuber montanum*, moins développé que celui du *melanosporum*, pourrait expliquer ce sentiment des rabassiers (chercheurs de truffes), que la Périgord perd de ses qualités en s'élevant sur la montagne.

» Toutefois, le *montanum* prend rang, sous ce rapport, avant le *brumale*, qui, à son tour, l'emporte sur l'*uncinatum*.

» J'ajoute que l'altitude à laquelle croît le *Tuber montanum* permet d'espérer qu'il pourrait être introduit, par la culture, dans nos départements à latitude plus septentrionale du nord-est, où déjà le *Tuber brumale* se rencontre çà et là, au centre de l'aire du *Tuber uncinatum*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces minima;* par M. **A. Cayley.**

« On peut généraliser tant la définition que la construction de ces surfaces, en substituant pour le cercle imaginaire à l'infini une conique ou même une surface quadrique quelconque.

» Je rappelle que, dans la théorie ordinaire, une surface minima est une surface telle qu'un point quelconque de la surface est situé à mi-chemin entre les deux centres de courbure, et qu'une telle surface est le lieu des points à mi-chemin entre les deux points situés respectivement sur deux courbes de longueur nulle quelconques. Or on peut rattacher la notion d'une courbe de longueur nulle à celle d'une courbe de poursuite. Pour expliquer cela, j'observe que, dans le plan, en supposant comme à l'ordinaire que le lièvre coure selon une droite et que le chien et le lièvre courent avec des vitesses uniformes, la courbe de poursuite est une courbe déterminée; mais si les vitesses varient arbitrairement, alors la définition exprime seulement que la courbe est une courbe plane. Mais, dans l'espace, si au lieu d'une droite on considère une courbe plane ou à double courbure (disons une directrice) quelconque, alors, quelles que soient les vitesses, la définition précise toujours la courbe, savoir : on a toujours pour courbe de poursuite une courbe dont chaque tangente rencontre la courbe directrice. Au lieu d'une courbe, on peut avoir une surface directrice; dans ce cas, le nom est moins applicable, néanmoins je le retiens, et je dis que la courbe de poursuite est une courbe dont chaque tangente touche la surface directrice. Nous avons, de cette manière, la définition

d'une courbe de poursuite par rapport à une courbe ou surface directrice quelconque.

» A présent, au lieu du cercle imaginaire à l'infini, considérons une conique quelconque, l'absolue : on établit, comme on sait, par rapport à cette conique, la notion de la perpendicularité, et ainsi les notions d'une normale et des centres de courbure ne cessent pas de subsister. On peut donc considérer une surface telle que chaque point de la surface soit l'harmonicale par rapport aux deux centres de courbure du point de rencontre de la normale avec le plan de l'absolue : on a ainsi ce que je nomme une surface *quasi-minima*. Il va sans dire qu'il faut modifier convenablement la notion métrique d'une aire minima pour qu'elle soit applicable à cette nouvelle surface.

» Pour construire la surface, on prend par rapport à l'absolue deux courbes de poursuite quelconques, et puis sur la droite, menée par deux points quelconques de ces courbes respectivement, l'harmonicale par rapport à ces deux points du point de rencontre de la droite avec le plan de l'absolue : le lieu de ce point harmonical sera la surface quasi-minima.

» Il paraît permis de substituer pour la conique absolue une surface quadrique quelconque, que je nomme aussi l'*absolue :* on a, comme on sait, les notions de la normale et des centres de courbure. Pour la surface quasi-minima, le point sur la surface sera l'un des points doubles (foyers) de l'involution formée par les deux centres de courbure et les deux points de rencontre de la normale avec l'absolue ; et de même pour la construction de la surface, il faut prendre sur la droite menée par deux points quelconques des deux courbes de poursuite respectivement les points doubles (foyers) de l'involution formée par ces deux points et les deux points de rencontre de la droite avec l'absolue. »

BOTANIQUE. — *Singulier cas de germination des graines d'une Cactée dans leur péricarpe.* Note de M. **D. Clos.**

« On a signalé quelques cas accidentels de graines encore renfermées dans l'intérieur du péricarpe, appartenant aux familles des Cucurbitacées, des Hespéridées, des Papayacées, toutes à fruit charnu ; le fait est normal et pour le Manglier ou Palétuvier, dont l'embryon, après sa germination dans le fruit attaché à l'arbre, fait saillie en dehors du péricarpe, s'en détache et continue son développement dans le sol ; et pour la Chayotte (*Sechium*

edule) où le phénomène a été d'abord suivi par Poiteau (*Cours d'Hortic.*, p. 348).

» A ces faits je puis en ajouter un nouveau, que m'a fourni une espèce du groupe des Cactées, le *Pereskia portulacæfolia* D. C., dont j'ai pu aussi étudier les graines.

» I. Bien que de Candolle ait décrit et figuré, en 1829, quatre espèces nouvelles du genre *Pereskia* (*Revue de la famille des Cactées*), et que M. Pfeiffer l'ait encore enrichi depuis, la structure intérieure de l'ovaire et du fruit, celle des ovules et des graines, le mode de germination de celles-ci étaient restés, je crois, ignorés jusqu'ici.

» Je recevais, à la fin du mois de juillet dernier, grâce à une bienveillante attention de M. Landes, directeur provisoire du Jardin des Plantes de Saint-Pierre (Martinique), quelques fruits de l'espèce de *Pereskia* citée : ils étaient verts et charnus, pyriformes, mais avec trois ou quatre cannelures longitudinales et autant de mamelons ombiliqués à leur pourtour. Sept d'entre eux furent appliqués, conformément aux instructions données, sur la terre d'un vase plat et mis en serre; trois autres, déposés sur du coton, dans mon cabinet de travail. Les premiers, au bout de deux mois, se décomposèrent sur place, cinq restant stériles, les deux autres livrant issue à deux plantules pour l'un, à une seule pour l'autre, représentées en ce moment par de beaux pieds couverts de feuilles et d'aiguillons axillaires.

» Des trois fruits réservés, deux se raccornirent, se desséchèrent et périrent avec les graines; le troisième, resté jusqu'à ces derniers jours charnu, ferme et vivant, m'a permis de constater à son intérieur les particularités suivantes : une grande cavité arrondie, dont l'endocarpe portait, vers son milieu et tout autour, une douzaine de graines attachées, par petits groupes de deux, trois ou solitaires, en six points peu délimités, faute de placentas apparents, et enfoncées par leur base dans des funicules dressés de même grosseur qu'elles et pulpeux. Provenant d'ovules campylotropes, elles sont ellipsoïdes comprimées, à testa crustacé d'un noir luisant et superficiellement strié; quatre d'entre elles sont en partie atrophiées, une cinquième a l'embryon encore inclus, les sept autres l'ont à divers degrés de développement; il en est où l'extrémité radiculaire fait saillie hors du testa, sous forme d'un petit cône blanc jaunâtre, flanqué d'un côté d'un écusson qu'elle a soulevé à la sortie, et, en enlevant les téguments, on voit au-dessous l'embryon replié sur un reste d'albumen farineux. D'autres embryons, d'une germination plus hâtive, ont pris dans la cavité un accroissement tel que leur axe, cylindrique et d'un blanc lui-

sant, a dû s'incurver, mesurant de 3^{cm} à 6^{cm} de longueur, terminé par les deux cotylédons linéaires aplatis, convolutés, l'un embrassant l'autre, atteignant jusqu'à 2^{cm} de long sur 4^{mm} de large, et encore coiffés au sommet par le spermoderme. Je n'ai pu découvrir entre eux la moindre trace de gemmule. L'hypocotyle est plein, avec un cercle de trachées qui entoure le parenchyme médullaire; il se termine à sa base par le petit cône déjà signalé, qui le fixe aux parois du péricarpe par un lacis de filaments blancs formé de cellules étroites et hyalines. Grâce à eux, ces plantules auraient sans doute attendu en cet état la décomposition du péricarpe pour rentrer en végétation et produire autant de nouveaux pieds. Je ne connais pas d'exemple d'un pareil mode de développement.

» II. Malgré le défaut de notions sur la structure des graines du genre *Pereskia,* les phytographes autorisés, de Candolle, Salm-Dyck, Bentham et Hooker n'ont pas hésité, à bon droit, à rapprocher ce petit groupe de celui des *Opuntia* (y compris les *Nopalea* Salm-Dyck). Et, en effet, les deux genres *Pereskia* et *Opuntia* ont, en commun, des graines à tégument crustacé provenant d'ovules campylotropes, un embryon ou courbe ou presque annulaire à cotylédons bien développés et devenant foliacés à la germination sur un long axe hypocotylé renflé à la base; mais, tandis que les feuilles suivantes reproduisent, chez les *Pereskia*, la configuration de celles de la plupart des dicotylédones, étant membraneuses, vertes, parfois penninerves et pétiolées, les organes similaires des *Opuntia* sont cylindro-coniques, squammiformes et très promptement caduques.

» Ces caractères, à la fois morphologiques et physiologiques, suffisent à éloigner ces deux genres de tous les autres appartenant à la famille si naturelle des Cactées; ceux-ci, toujours aphylles, ont, d'après les recherches de Pfeiffer figurant la germination d'un certain nombre d'embryons de différents genres (*Nova Acta Naturæ curiosorum*, t. XIX, tab. XVI), l'hypocotyle constamment droit, tantôt renflé ou même globuleux, tantôt cylindrique ou conique, surmonté ou non de deux minimes cotylédons qui, pas plus que leur support, ne prennent d'allongement notable.

» On peut donc admettre, avec MM. Bentham et Hooker, la division de la famille des Cactées en deux grandes tribus, les Échinocactées et les Opuntiées (*Genera Plant.*, t. I, p. 846-859), à la condition d'exclure de celles-ci les Rhipsalidées dont les éloignent à la fois les caractères végétatifs et carpiques. »

MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Amélioration de la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère, en France.* Note de M. **Aimé Girard.**

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« La culture de la pomme de terre a rencontré, en France, pendant la campagne de 1890 des fortunes diverses. Tandis que dans la région du nord-est, nos départements frontières voyaient leurs récoltes gravement compromises par les pluies persistantes de juillet et d'août, tandis qu'au midi une sécheresse excessive déterminait dès les premiers jours de ce mois l'arrêt de la végétation, cette culture aboutissait, sur la plus grande partie de notre territoire, à des résultats excellents.

» La diversité de ces conditions devait faire faire un pas considérable à la question qui, depuis dix ans, a été l'objectif principal de mes travaux, c'est-à-dire à la question de l'amélioration de la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère en France. Il en a été ainsi en effet, et de l'examen des résultats fournis en 1890, aussi bien par la grande que par la petite culture, il est permis de conclure que cette question est, aujourd'hui, pratiquement résolue.

» Au cours de la campagne dernière, 92 agriculteurs ont bien voulu concourir avec moi à le démontrer : les uns n'ont cultivé que des carrés d'essai de quelques ares, les autres ont étendu leur culture sur des pièces de plusieurs hectares ; la variété qu'ils ont plantée et dont, avec l'autorisation de M. le Ministre de l'Agriculture, j'ai fourni le plant à la plupart d'entre eux, est celle qui, sous le nom de *Richter's Imperator,* s'est, jusqu'ici, montrée la plus productive et la plus riche.

» Parmi ces 92 agriculteurs, il convient de distinguer :

» 1° Ceux qui ont planté en terres fertiles, qui ont suivi exactement les procédés culturaux dont j'ai démontré la nécessité et dont la culture n'a pas souffert des conditions météorologiques ; ils sont au nombre de 57 ;

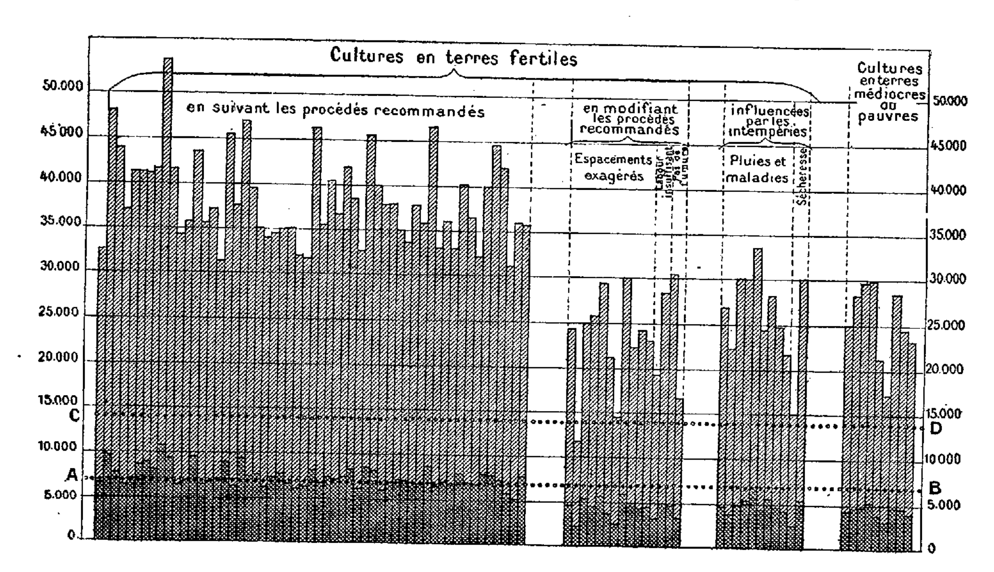
» 2° Ceux qui, dans les mêmes conditions, ont cru pouvoir apporter à ces procédés des modifications sérieuses ; ils sont au nombre de 15 ;

» 3° Ceux dont la récolte a été compromise par les pluies, la maladie ou la sécheresse ; ils sont au nombre de 11 ;

» 4° Enfin, et ceux-ci forment certainement le groupe le plus intéressant,

ceux qui, aux cultures en terre fertile qui avaient eu lieu jusqu'ici, ont substitué des cultures en terres médiocres ou pauvres; ces derniers sont au nombre de 9.

» Les résultats obtenus par les 57 agriculteurs du premier groupe sont singulièrement remarquables; l'examen du Tableau joint à cette Note permet aussitôt d'en apprécier l'importance; sur ce Tableau, en effet, la ligne ponctuée AB indique le rendement moyen de la France en poids de tuber-



cules, soit 7155^{kg} à l'hectare; la ligne CD le rendement moyen dans le département le plus favorisé en 1888 (Vosges), soit 14800^{kg}, tandis qu'au-dessus s'élèvent des ordonnées représentant les rendements en poids de 32000^{kg} à 45000^{kg} et plus à l'hectare, que ces 57 agriculteurs ont constatés à l'arrachage.

» C'est à 37157^{kg} que s'élève leur rendement moyen :

Pour 15 d'entre eux, ce rendement a varié de......		32 000 à 35 000
» 22	»	35 000 à 40 000
» 13	»	40 000 à 45 000
» 7	» a été de.......	45 000 et au-dessus

» Ces rendements en poids sont de 10 pour 100 environ supérieurs à ceux qu'avait fournis la campagne de 1889.

» Sous le rapport de sa richesse en matière amylacée, la récolte de 1890 est, d'autre part, inférieure à celle-ci; la moyenne pour les 57 cultiva-

teurs dont j'ai analysé les produits est de 19,50 pour 100 de fécule anhydre; l'année dernière la teneur moyenne atteignait 21,50 pour 100.

» De telle sorte que, tout compte fait, l'augmentation de poids compensant la diminution de richesse, c'est sensiblement à la même production de fécule anhydre qu'aboutit en moyenne la culture pour l'une et l'autre campagne.

» Cette production, dont la valeur est indiquée par les bandes ombrées à la partie inférieure du Tableau, s'est élevée en 1890 à 7245^{kg} à l'hectare, alors que la production des cultures ordinaires ne dépasse pas 2000^{kg} à 2500^{kg}; le rendement en matière utile est triplé en un mot. En comptant à 3^{fr},50 seulement la valeur au quintal de tubercules aussi riches, c'est, à l'hectare, une recette brute de 1300^{fr}.

» Cette année, comme l'année dernière, quelques-uns de mes collaborateurs, obéissant à des habitudes locales, ont cru pouvoir apporter aux procédés culturaux que je recommande diverses modifications; onze d'entre eux ont largement espacé leur plant, comme le veut un vieux préjugé, au lieu de le serrer aux limites extrêmes que permettent les façons culturales; leur rendement moyen est tombé de 37157^{kg} à 23387^{kg}, comme l'indiquent les ordonnées du second groupe du Tableau; deux autres ont eu recours à des labours insuffisants; deux encore n'ont employé aucune fumure : les rendements se sont abaissés dans la même proportion.

» Dans quelques départements du nord-est, dans les Vosges notamment, la maladie favorisée par les pluies continues de juillet et d'août a causé de grands dommages; malgré tout, cependant, les rendements, comme le montrent les ordonnées du troisième groupe, se sont élevés, en moyenne, à 25737^{kg}, c'est-à-dire au double des récoltes ordinaires de la région.

» Si intéressants que soient les résultats qui précèdent, plus intéressants encore sont ceux qu'apportent mes collaborateurs du quatrième groupe. Jusqu'ici c'est en terres fertiles que les cultures avaient eu lieu; cette année, bien édifié sur les rendements que ces terres fournissent, j'ai pu, avec l'aide de neuf d'entre eux, aborder la culture en terres médiocres ou pauvres.

» Plantée dans des terres de deuxième, de troisième et même de quatrième classe, dont le loyer quelquefois n'excède pas 20^{fr} et même 10^{fr} l'hectare, la pomme de terre *Richter's Imperator*, cultivée d'après mes indications, a fourni à ceux-ci des récoltes dont la moyenne a atteint 25200^{kg}. Comptées

au prix de 3^{fr} le quintal seulement, parce que leur richesse est un peu moindre, ces récoltes représentent une recette brute de 756^{fr} à l'hectare; sur l'éloquence de ce chiffre il serait superflu d'insister.

» Tels sont les résultats qu'a donnés, en 1890, l'entreprise que je poursuis depuis six années, et dont le but est l'amélioration de la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère en France. Je ne crois pas me faire illusion en pensant que ce but est atteint, et que, si rien ne vient entraver le mouvement qui déjà se manifeste de tous côtés, peu d'années suffiront pour que nos pauvres récoltes de 10000^{kg} et de 15000^{kg} aient fait place à des récoltes abondantes de 30000^{kg} et de 35000^{kc} à l'hectare; pour que le revenu du sol consacré à cette culture soit triplé, en un mot. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Levat** adresse une « Étude expérimentale des mouvements giratoires du camphre des Laurinées à la surface des liquides. »

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. **J. Secretand** adresse un Mémoire relatif à un nouveau moteur hydraulique.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Haton de la Goupillière.)

M. **Alf. Basin** adresse un complément à son précédent Mémoire relatif à la construction des chaudières à vapeur.

(Renvoi à la Commission nommée.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Période météorique du mois de novembre* 1890. Note du P. **F. Denza**, directeur de l'observatoire du Vatican, présentée par M. Mouchez.

« L'Association italienne pour les observations des météores lumineux a suivi sans interruption l'apparition des Léonides, qui a lieu vers la mi-

novembre, depuis les derniers *maxima* de 1865 et 1866, afin d'en retracer l'historique aussi exactement que possible.

» En novembre dernier, les observations du phénomène ont pu se faire généralement dans de bonnes conditions, soit à cause de l'absence de la Lune qui était alors en conjonction, soit parce que la saison a été favorable dans presque toutes les stations du nord sur le versant de la Méditerranée. Cependant il n'en a pas été de même sur le versant de la mer Adriatique.

» Dans toute l'Italie, on a observé le phénomène dans quatorze stations, à savoir : Fontaniva (Padoue), Crémone, Pavie, Moncalieri, Altare (Ligurie), Alassio, Bargone (Ligurie), Pellegrino-Parmense, Tortone, Scandiano (Émilie), Barricella (Bologne), Florence, Rome, Borgo-Gaeta.

» Toutefois les stations où l'on a pu faire des observations similaires et comparables entre elles, c'est-à-dire exécutées dans les mêmes nuits et aux mêmes heures déterminées d'avance, n'ont été réellement qu'au nombre de sept.

» Les nuits indiquées pour les observations étaient celles des 13-14, 14-15 et 15-16 novembre. Or, comme la constellation du Lion, où se trouve le *radiant* des Léonides, ne paraît à l'horizon, dans nos contrées, qu'après minuit, dans chacune de ces trois nuits on avait fixé l'exploration du ciel depuis cette heure-là jusqu'à 3^h du matin, tout en laissant chaque observateur libre de prolonger à son gré cette exploration même au delà du temps marqué.

» Nous donnons ci-après un petit Tableau résumant le nombre des météores observés pendant les trois nuits, dans chacune des sept stations susindiquées. On n'a pas toujours pu disposer de quatre personnes pour l'exploration du ciel dans chacune de ces stations, mais nous ramenons le nombre des observations proportionnellement à quatre observateurs pour chaque station, afin de le rendre homogène.

Stations.	Nuits 13-14.	14-15.	15-16.	Totaux.
Moncalieri	7	59	112	178
Altare	51	104	286	441
Alassio	188	304	300	792
Bargone	20	160	144	324
Tortone	»	155	168	323
Barricella (Bologne)	66	58	46	170
Borgo-Gaeta	»	108	244	352

» A Moncalieri, il y eut beaucoup de brouillard la nuit du 13-14; à Bargone et à Barricella, le ciel était assez sombre, et particulièrement dans la nuit du 15 au 16.

» Il résulte du Tableau ci-dessus que la plus grande affluence des météores s'est montrée dans les nuits du 14-15 et du 15-16, et notamment dans cette dernière : ce qui est même confirmé par les observations faites la nuit suivante du 16-17 dans les trois stations d'Alassio, Bargone et Tortone, dont voici les résultats en nombres :

	Météores.
Alassio	184
Bargone	28
Tortone	104

» Ces nombres sont évidemment inférieurs à ceux de la nuit précédente dans les mêmes stations. Il s'ensuit que le maximum de la période des Léonides continue à présenter son retard habituel. En effet, tandis que, les années précédentes, il se manifestait du 13 au 14, on l'observe maintenant du 15 au 16. On sait d'ailleurs qu'en des temps plus reculés ce maximum se montrait vers la mi-octobre. C'est pourquoi, depuis quelques années, nous conseillons à nos observateurs d'explorer le ciel dans les nuits des 13, 14 et 15, au lieu de celles du 12 au 14, comme on le faisait auparavant.

» D'après l'ensemble des observations de cette année, on a pu remarquer que les Léonides ont été plus nombreuses que les années précédentes, où l'on en remarquait à peine quelques traces, bien que les nombres ne fussent pas très différents, parce qu'on en comptait venant d'autres radiants, et spécialement d'Orion.

» Il faut noter aussi que partout, spécialement dans la nuit du 15-16, les météores de ce radiant (γ du Lion) étaient très beaux et ornés d'une traînée lumineuse.

» Il semble donc qu'on pourrait en conclure que la pluie des Léonides tend, bien que lentement, à acquérir une plus grande énergie. Les observations des années qui vont suivre montreront mieux quel poids on doit donner à cette conclusion et la mesure de la continuation d'augmentation de cette énergie. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les normales aux quadriques.* Note de M. **Georges Humbert**, présentée par M. G. Darboux.

« On sait que les vingt-huit tangentes doubles qu'on peut mener d'un point M à la surface lieu des centres de courbure d'une quadrique se divisent en quatre classes :

» 1° Les six normales N, menées de M à la quadrique ;

» 2° Six droites P_1, qui sont sur des paraboloïdes normaux à la quadrique le long de six génératrices d'un même système ;

» 3° Six droites P_2, sur des paraboloïdes normaux le long de six génératrices de l'autre système;

» 4° Dix autres droites, qu'on nomme *synnormales.*

» Cela posé, on peut énoncer les propositions suivantes :

» *Les six normales* N, *les six droites* P_1 *et les six droites* P_2 *sont sur un cône du troisième ordre* Σ.

» *Les six couples de plans tangents menés à la surface des centres de courbure par les six droites* N *touchent un cône de troisième classe, pour lequel ils forment six couples steinériens de même espèce. Ce cône touche le cône* Σ *suivant neuf génératrices.*

» *Aux six droites* P_1 *et aux six droites* P_2 *correspondent de même deux cônes analogues de troisième classe.*

» On peut, d'une seule manière, répartir les dix-huit droites N_1, P_1, P_2, en six trièdres, ayant chacun pour arêtes une droite N, une droite P_1, une droite P_2 et jouissant des propriétés suivantes :

» *Les trois couples de plans tangents menés à la surface des centres de courbure par les trois arêtes d'un trièdre ont quatre droites communes, situées sur le cône* Σ; *les plans tangents à* Σ *le long de ces droites se coupent suivant une même droite* D, *située aussi sur* Σ.

» *Les plans tangents menés au cône* Σ *le long des trois arêtes d'un trièdre et de la droite* D *correspondante se coupent également suivant une même génératrice de ce cône.*

» On sait que les six droites N sont sur un cône du second ordre, de même les six droites P_1 et les six droites P_2 :

» *Ces trois cônes du second ordre ont quatre droites communes.*

» *Il existe cent quatre-vingts autres cônes du second ordre dont chacun passe par une arête de chacun des six trièdres; on les obtient en prenant une arête dans chaque trièdre, de manière que, dans cette combinaison, il y ait un nombre pair de droites* N, *de droites* P_1 *et de droites* P_2.

» *Les trois plans qui passent par les trois couples d'arêtes homologues de deux trièdres se coupent suivant une même droite située sur le cône* Σ.

» Nous n'insisterons pas davantage sur les nombreuses relations que présentent entre eux les six trièdres; nous passerons à un autre ordre d'idées en indiquant les propriétés du cône Σ lorsque son sommet varie.

» *Quand le point* M *se déplace d'une manière quelconque dans l'espace, le cône du troisième ordre* Σ *qui contient les droites* N, P_1 *et* P_2 *issues de ce point passe constamment par douze points fixes.*

» Ces douze points, ϖ, répartis trois à trois sur seize droites, sont ceux où les normales aux ombilics de la quadrique coupent les plans principaux et le plan de l'infini. Ils jouissent donc de cette propriété remarquable que les douze droites qui les joignent à un point quelconque de l'espace sont sur un cône du troisième ordre.

» Les génératrices de tous les cônes Σ forment un complexe du troisième ordre, dont font partie toutes les droites issues de l'un des points ϖ, ainsi que toutes les droites situées dans les plans principaux de la quadrique, dans le plan de l'infini, et dans les huit autres plans qui contiennent des coniques de rebroussement de la surface des centres de courbure. Chacun de ces douze plans contient six points ϖ.

» Les points ϖ restent les mêmes pour toutes les quadriques représentées par l'équation

$$(1) \qquad \frac{x^2}{(\sigma+b)(\sigma+c)} + \frac{y^2}{(\sigma+c)(\sigma+a)} + \frac{z^2}{(\sigma+a)(\sigma+b)} = 1,$$

où a, b, c sont des constantes et σ un paramètre variable.

» Les normales à ces quadriques forment donc le complexe du troisième ordre trouvé plus haut, et dont le cône est défini par les droites qui joignent un point quelconque de l'espace aux douze points ϖ. Ce complexe est également celui que forment les génératrices des surfaces (1) et de leurs surfaces homofocales.

» Les normales aux ombilics sont les mêmes pour toutes les quadriques (1); il en résulte, d'après un théorème de M. Maurice Lévy, que *ces surfaces forment une des familles d'un système triple orthogonal.*

» Pour trouver les deux autres familles du système, on cherchera l'enveloppe des quadriques

$$(2)\qquad \frac{x^2}{(\sigma+b)(\sigma+c)-\theta}+\frac{y^2}{(\sigma+c)(\sigma+a)-\theta}+\frac{z^2}{(\sigma+a)(\sigma+b)-\theta}=1,$$

où θ est défini, en fonction de σ, par l'équation

$$(3)\qquad \frac{d\theta}{d\sigma}=3\sigma+a+b+c-\frac{(\sigma+a)(\sigma+b)(\sigma+c)}{\theta}.$$

» On a trois solutions particulières de cette équation en égalant à zéro les dénominateurs des termes en x^2, y^2, z^2 dans (2); en appliquant une méthode de M. Darboux, on réussit à obtenir l'intégrale générale de (3), sous la forme

$$\begin{aligned}&[\theta-(\sigma+b)(\sigma+c)]^{b-c}\\ &\quad\times[\theta-(\sigma+c)(\sigma+a)]^{c-a}[\theta-(\sigma+a)(\sigma+b)]^{a-b}=\text{const.}\end{aligned}$$

» On en déduit que l'équation simultanée des deux autres familles du système triple est, en coordonnées tangentielles,

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned}&[p^2-u^2(a-b)(a-c)]^{b-c}\\ &\quad\times[p^2-v^2(b-c)(b-a)]^{c-a}[p^2-w^2(c-a)(c-b)]^{a-b}=\text{const.},\end{aligned}\right.$$

$ux+vy+wz+p=0$ étant l'équation du plan.

» Les surfaces (4) sont algébriques si $\dfrac{a-b}{a-c}$ est commensurable.

» Il est aisé de voir que l'équation (1) représente la famille la plus générale de surfaces du second ordre, à centre et à axes inégaux, pour laquelle les ombilics décrivent des droites normales à toutes les surfaces de la famille. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Résolution électromagnétique des équations.* Note de M. FÉLIX LUCAS.

« Soit $\varphi(z)=0$ l'équation numérique proposée du degré p.

» Traçant sur une feuille de papier bien tendue horizontalement, ou sur une mince feuille de verre, deux axes rectangulaires OX, OY, je prends, sur l'axe des x, $(p+1)$ points arbitraires

$$O_1,\quad O_2,\quad \ldots,\quad O_{p+1},$$

dont les abscisses sont $x_1, x_2, \ldots, x_{p+1}$, et je forme le polynôme

$$F(z) = (z - x_1)(z - x_2)\ldots(z - x_{p+1}).$$

» Je pose ensuite

$$\frac{\varphi(z)}{F(z)} = \sum \frac{\mu_n}{z - x_n},$$

et je détermine les paramètres μ_n correspondant respectivement aux points O_n; leurs valeurs (positives ou négatives) s'obtiennent, par exemple, au moyen des formules

$$\mu_n = \frac{\varphi(x_n)}{F'(x_n)};$$

on rend leur calcul très facile en adoptant pour valeurs des abscisses des points O_n des valeurs entières, positives ou négatives, aussi faibles que le permet le nombre total de ces points.

» Prenant le circuit d'une pile électrique, remplaçons une partie AB de ce circuit par un circuit multiple composé de $(p+1)$ fils (tous de même nature et de même diamètre), dont les longueurs l_n seront inversement proportionnelles aux valeurs absolues des paramètres μ_n. Ces fils de dérivation fourniront des courants dont les intensités i_n seront directement proportionnelles aux valeurs absolues des paramètres μ_n; faisons-leur traverser la feuille de papier aux points O_n, normalement à cette feuille, en choisissant le sens ascendant ou descendant suivant le signe de μ_n.

» Le courant de la pile obtenu dans ces conditions créera, sur la feuille de papier ou sur la lame de verre, un champ magnétique dont les lignes de force peuvent être dessinées en répandant de la limaille de fer. Je vais démontrer que *les points neutres du champ magnétique* (c'est-à-dire les points sur lesquels la force magnétique est nulle) *sont les points racines de l'équation proposée* $\varphi(z) = 0$.

» Soit, en effet, z la coordonnée affixe d'un point quelconque P pris sur la surface du champ. Le courant d'intensité μ_n, dont la trace est en O_n et dont la longueur normale à la feuille est assez grande pour pouvoir être regardée comme indéfinie, donne en P, d'après la loi de Biot et Savart, une force magnétique normale à O_nP et ayant pour valeur

$$F_n = k\frac{\mu_n}{r_n},$$

r_n désignant la distance O_nP. Faisons tourner cette force d'un angle droit,

autour de P, dans le sens des aiguilles de la montre, de manière qu'elle vienne s'appliquer sur la demi-droite indéfinie O_nP. La force ainsi placée aura pour projections

$$X_n = k\mu_n \frac{x - x_n}{r_n},$$

$$Y_n = k\mu_n \frac{y}{r}.$$

En agissant de même pour tous les points O_n et faisant la somme des X_n, ainsi que celle des Y_n, nous obtiendrons les deux projections X et Y de la force magnétique totale en P, que l'on aurait fait tourner d'un angle droit autour de ce point dans le sens des aiguilles de la montre. Nous aurons, par conséquent,

$$X - Y\sqrt{-1} = k\sum \frac{x - x_n - y\sqrt{-1}}{(x - x_n)^2 + y^2} = k\sum \frac{\mu_n}{z - z_n} = k\frac{\varphi(z)}{F(z)}.$$

Les points neutres du champ magnétique, pour lesquels on doit avoir $X = Y = 0$, coïncident donc avec les points racines de l'équation proposée $\varphi(z) = 0$.

» Les indications du spectre magnétique au sujet des positions de ces points peuvent être rendues plus précises en recourant à l'emploi d'une aiguille aimantée, moyennant un dispositif particulier. »

OPTIQUE. — *Recherches sur la réfraction et la dispersion dans une série isomorphe de cristaux à deux axes.* Note de M. **Fr.-L. Perrot**, présentée par M. A. Cornu.

« Cette étude a porté sur la série complète des sels doubles à 6 équivalents d'eau que forme le sulfate de zinc avec les sulfates des métaux alcalins (K, Rb, Cs, Tl et le groupe AzH^4). J'ai aussi mesuré un sel de magnésie, le $MgSO^4 + Rb^2SO^4 + 6H^2O$. La méthode employée a été celle de la *réflexion totale*, dont l'application aux indices des biaxes a été rendue beaucoup plus facile, grâce à la simplification due à M. C. Soret [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVII, p. 176, et t. CVIII, p. 137, et *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. XX, p. 263.

» Les mesures ont été faites avec la lumière solaire, au moyen du réfractomètre de M. Soret, complété par un mécanisme qui permet de faire tourner le cristal dans le plan de la face taillée.

» Je me suis attaché à préparer moi-même des sels chimiquement exempts de matières étrangères et à vérifier leur pureté : 1° par l'analyse chimique et spectrale; 2° en mesurant les indices de chaque sel sur cinq ou six cristaux au moins, pris dans les différents dépôts de plusieurs cristallisations successives. La constance des chiffres obtenus, d'un dépôt à l'autre, est une garantie de la pureté des cristaux. M. Soret a déjà employé ce procédé de contrôle dans ses recherches sur les aluns.

» Enfin j'ai vérifié si les valeurs de l'angle des axes optiques déduites des indices, au moyen de la formule $\tang\theta = \frac{\gamma}{\alpha}\sqrt{\frac{\alpha^2-\beta^2}{\beta^2-\gamma^2}}$, concordaient avec les valeurs trouvées par la mesure directe de cet angle au moyen d'un microscope polarisant à lumière convergente. Les valeurs calculées et observées ont concordé d'une manière satisfaisante. Ainsi pour le sulfate de zinc et de césium : calculé 77°22′, observé 78°; pour celui de zinc et de potassium : calculé 69°7′, observé 68°20′ (raie D).

» Le présent Travail doit paraître *in extenso* dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, 1891, avec tous les chiffres obtenus pour tous les cristaux mesurés. Je dois me borner à donner ici les moyennes des résultats. Les chiffres trouvés pour divers dépôts d'un même sel, ou pour plusieurs mesures faites sur un même cristal, soit avec des réglages différents, soit à des époques et des températures différentes, ne variaient en général que d'une à cinq unités de la quatrième décimale. Les chiffres des moyennes doivent être exacts à deux ou trois unités près de la quatrième décimale. L'approximation, souvent meilleure pour certaines raies dans quelques-uns des sels étudiés, n'est moins bonne que pour le sel de thallium. Ce sel présente des difficultés particulières à cause de son indice élevé et de son opacité. L'exactitude pour ce sel ne dépasse guère la troisième décimale, sauf pour quelques raies.

» Pour les résultats à tirer du présent Travail, je renvoie à sa publication complète, me bornant à relever deux points :

» 1° Dans la série des sulfates doubles de zinc, plus l'indice est élevé, plus la biréfringence $(\alpha_D - \gamma_D)$ est faible; le sel de thallium fait exception;

» 2° Dans cette même série, plus le poids moléculaire du sel est élevé, plus l'indice est élevé; le sel d'ammonium fait exception.

» Je donne dans le Tableau suivant les moyennes des indices et la densité δ (moyenne de plusieurs déterminations de densités faites sur plusieurs dépôts). t^{o} = température moyenne lors des mesures d'indices.

		Raies								
		a.	B.	C.	D.	*b.*	F.	G.	t^{o}.	δ.
$ZnSO^4 + K^2SO^4 + 6H^2O$	α.	1,49204	1,49323	1,49402	1,49667	1,50038	1,50237	1,50728		
	β.	1,47939	1,48025	1,48114	1,48360	1,48691	1,48880	1,49365	15° C.	2,245
	γ.	1,47350	1,47439	1,47481	1,47749	1,48092	1,48256	1,48675		
$ZnSO^4 + Rb^2SO^4 + 6H^2O$	α.	»	1,49417	1,49449	1,49755	1,50119	1,50301	1,50772		
	β.	1,48446	1,48535	1,48591	1,48822	1,49191	1,49425	1,49930	20°-25°	2,59
	γ.	1,47950	1,48043	1,48061	1,48326	1,48644	1,48827	6,49191		
$ZnSO^4 + Cs^2SO^4 + 6H^2O$	α.	1,50517	1,50614	1,50702	1,50954	1,51340	1,51545	1,52031		
	β.	1,50078	1,50169	1,50255	1,50496	1,50869	1,51070	1,51487	20°	2,88
	γ.	1,49845	1,49889	1,49966	1,50203	1,50589	1,50803	1,51263		
$ZnSO^4 + (AzH^4)^2SO^4 + 6H^2O$	α.	1,49568	1,49623	1,49715	1,49958	1,50350	1,50560	1,51035		
	β.	1,48885	1,48974	1,49040	1,49342	1,49722	1,49930	1,50411	18°	1,931
	γ.	1,48537	1,48578	1,48616	2,48897	1,49265	1,49460	4,49874		
$ZnSO^4 + Tl^2SO^4 + 6H^2O$	α.	1,60896	6,61083	1,61210	1,61711	1,62498	1,62909	»		
	β.	1,60177	1,60315	1,60458	1,60941	1,61678	1,62040	»	18°	3,7?
	γ.	1,58624	1,58769	1,58950	1,59341	1,59999	1,60374	1,6125.		
$MgSO^4 + Rb^2SO^4 + 6H^2O$	α.	1,47446	1,47518	1,47562	1,47820	1,48146	1,48327	1,48723		
	β.	1,46528	1,46633	1,46672	1,46897	1,47249	1,47388	1,47771	25°	2,42
	γ.	1,46333	1,46422	1,46476	1,46699	1,47030	1,47208	1,47583		

CHIMIE. — *Sur une nouvelle série de combinaisons ammoniacales du ruthénium, dérivées du chlorure nitrosé.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Troost.

« J'ai montré antérieurement (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1300) que le chlorure nitrosé de ruthénium $Ru.AzO.Cl^3$ peut être transformé, par l'ammoniaque dissoute, en un chlorure d'une base ammoniacale ne renfermant plus que deux atomes de chlore :

$$Ru.AzO.OH.4AzH^3.Cl^2.$$

» I. La dissolution de ce chlorure ammoniacal fortement additionnée d'acide chlorhydrique et évaporée à chaud se trouble et laisse déposer une poudre rose très peu soluble dans l'eau qui, redissoute dans l'eau bouillante, donne par le refroidissement de la liqueur de petits cristaux orangés très denses. L'analyse montre que les rapports respectifs du ruthénium, du chlore, de l'ammoniaque et de l'azote total sont entre eux comme les nombres 1, 3, 4, 5 ; ces cristaux ne perdent rien à l'étuve et leur composition est

$$Ru.AzO.4AzH^3.Cl^3.$$

» L'acide bromhydrique et l'acide iodhydrique donnent de même

$$Ru.AzO.4AzH^3.Br^3$$
$$Ru.AzO.4AzH^3.I^3.$$

» La dissolution du chlorure donne avec le chlorure platinique un précipité cristallin très dense d'un chloroplatinate

$$Ru.AzO.4AzH^3.Cl^3, PtCl^4.$$

» II. La liqueur fortement acide qui a laissé déposer le chlorure en Cl^3 est rouge comme une dissolution de bichromate de potasse. Elle laisse déposer par évaporation spontanée de longs prismes rouges ou jaune orangé suivant leur épaisseur. Ce sont, d'après les mesures de M. Dufet, des prismes clinorhombiques de 105°54'.

» Très solubles dans l'eau froide, ils se distinguent immédiatement du chlorure en Cl^3 en ce que la dissolution de celui-ci est neutre au méthyle-orange, tandis que la dissolution des prismes rouges est fortement acide. Et cependant le rapport entre le métal et le chlore est encore ici de 1 à 3 et la composition ne semble différer de celle du chlorure

$$Ru.AzO.4AzH^3.Cl^3$$

que par l'addition de $2H^2O$. Mais les réactions de ce nouveau composé ne s'accorderaient pas avec l'hypothèse d'un hydrate ; la solubilité à froid, l'action sur les réactifs colorés s'y opposent, et on doit plutôt l'envisager comme un chlorhydrate du chlorure en $OH.Cl^2$, soit

$$Ru.AzO.4AzH^3.OH.Cl^2, HCl + H^2O.$$

» Chauffé à l'étuve, il perd de l'eau et de l'acide chlorhydrique et se transforme partiellement en chlorure en Cl^3. La dissolution ne peut être évaporée par la chaleur sans donner un précipité de ce chlorure, et l'évaporation à sec le transforme en totalité.

» La dissolution de ce chlorhydrate de chlorure additionnée de chlorure platinique donne d'ailleurs un précipité jaune cristallin du chloroplatinate

$$Ru.AzO.4AzH^3.OH.Cl^2, PtCl^4.$$

» Dans des conditions identiques, on obtient avec le bromure et l'acide bromhydrique un composé analogue présentant les mêmes réactions.

» III. Par double décomposition avec le nitrate d'argent, le chlorure $Ru.AzO.4AzH^3.Cl^3$ donne le nitrate

$$Ru.AzO.4AzH^3.(AzO^3)^3,$$

plus soluble que le sel déjà décrit

$$Ru.AzO.4AzH^3.OH.(AzO^3)^2.$$

» En *évaporant à sec* la dissolution d'un des chlorures avec un excès d'acide azotique, on obtient le même composé; mais si l'on se contente de soumettre leur dissolution à une ébullition prolongée avec de l'acide nitrique, la liqueur prend une couleur rouge et laisse déposer des cristaux d'un sel acide

$$Ru.AzO.4AzH^3.OH.(AzO^3)^2 + AzO^3H.$$

» IV. L'étude des sulfates est plus complexe et leur nombre plus considérable en raison de l'existence de sels acides et d'hydrates. Tous ces sels cristallisent très bien, mais quelques-uns d'entre eux se décomposent facilement quand on les redissout dans l'eau et qu'on cherche à les purifier par de nouvelles cristallisations.

» Lorsqu'on évapore le chlorure en $OH.Cl^2$ ou le chlorure en Cl^3 avec un léger excès d'acide sulfurique et que l'on fait cristalliser le produit de cette réaction en liqueur *acide*, on obtient un sel acide

$$4[Ru.AzO.4AzH^3], 6SO^4 + SO^4H^2 + Aq,$$

en petites aiguilles jaunes ou jaune orangé.

» En présence d'une petite quantité d'eau froide, ce sel se décompose; il laisse un résidu rose chair qui ne se dissout plus dans l'eau bouillante qu'avec une extrême difficulté et dont la dissolution est neutre au méthyl orange. Par refroidissement, la liqueur donne de fines aiguilles nacrées du sel neutre

$$2[Ru.AzO.4AzH^3], 3SO^4 + 10H^2O.$$

Mais la dissolution de ce sel, soumise à une ébullition prolongée, laisse déposer un nouveau sulfate qui se rapporte cette fois à la série des chlorures en $OH.Cl^2$.

» J'ai décrit antérieurement le sulfate

$$Ru.AzO.AzH^3.OH.SO^4 + H^2O.$$

» Lorsqu'on fait cristalliser celui-ci en présence d'un petit excès d'acide sulfurique, on obtient un sel acide en beaux cristaux rouge orangé

$$Ru.AzO.4AzH^3.OH.SO^4 + SO^4H^2 + Aq,$$

qui chauffé se transforme partiellement en un sel correspondant au chlorure en Cl^3.

» Je ne puis entrer ici dans le détail de toutes ces combinaisons, dont l'histoire fera l'objet d'un Mémoire spécial. En terminant, je dirai seulement que tous ces composés nouveaux donnent, en liqueur ammoniacale, le chlorure en $OH.Cl^2$ et les azotate, sulfate correspondants. Chauffés avec une dissolution de potasse, ils perdent leur ammoniaque et forment l'oxyde nitrosé $Ru.AzO(OH)^3$ dissous dans l'excès d'alcali; enfin, cette liqueur alcaline saturée par l'acide chlorhydrique reproduit le chlorure double $Ru.AzO.Cl^3, 2KCl$, à partir duquel on peut parcourir, en sens inverse, le cycle des réactions qui donnent naissance aux composés ammoniacaux. Ces exemples suffisent pour montrer avec quelle énergie le groupement AzO reste fixé au ruthénium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la combinaison du gaz ammoniac avec les chlorures et bromures de phosphore.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« On sait que le trichlorure de phosphore absorbe le gaz ammoniac sec avec dégagement de chaleur et formation d'une substance blanche homogène à laquelle on a attribué les compositions $PCl^3, 4AzH^3$ (Persoz) et $PCl^3, 5AzH^3$ (Rose). J'ai cru utile de reprendre cette détermination et j'ai vérifié cette dernière composition; après de nombreux essais, j'ai été amené à doser AzH^3 par différence, car il se dose très mal dans ces combinaisons du phosphore par la méthode ordinaire.

Poids de substance.	Cl pour 100.	P pour 100.	AzH^3 pour 100 (diff.).
1,051	47,995	13,606	38,39
0,774	48,007	14,000	38,00
Théorie pour $PCl^3, 5AzH^3$.	47,865	13,933	38,20

» Cette substance blanche, étant chauffée en tube scellé vers 200°, devient brune et présente à l'analyse une composition presque identique à la précédente.

» Le gaz ammoniac réagit très énergiquement sur PCl^5 et il se sublime une matière blanche formée en majeure partie de chlorhydrate d'ammoniaque, ce qui n'a rien de surprenant, étant donné le grand dégagement de chaleur qui accompagne la réaction et la facile dissociation de PCl^5 en PCl^3 et Cl^2. Gerhardt a admis la formation dans cette réaction de chloramidure de phosphore non isolable du chlorhydrate qui l'accompagne, d'après l'équation $PCl^5 + 4AzH^3 = PCl^3(AzH^2)^2 + 2AzH^4Cl$.

» J'ai obtenu une combinaison définie de PCl^5 et AzH^3 de la façon suivante :

» On dissout à froid PCl^5 dans du tétrachlorure de carbone sur lequel AzH^3 est sans action chimique, et l'on fait passer le courant de gaz ammoniac, bien sec, lentement, en évitant toute élévation de température; il se précipite aussitôt une substance blanche et, quand la saturation est complète, on décante et on chasse l'excès de chlorure de carbone. On obtient ainsi une substance blanche amorphe homogène, peu altérable à l'air, assez stable sous l'action de la chaleur (elle peut être chauffée à 200°, en tube scellé, sans éprouver de décomposition). La composition correspond à $PCl^5, 8AzH^3$.

Poids de substance.	Cl pour 100.	P pour 100.	AzH^3 pour 100 (diff.).
0,576	50,98	8,63	40,39
0,753	51,38	8,54	40,08
Théorie pour $HCl^5, 8AzH^3$.	51,52	8,99	39,47

» Le pentabromure de phosphore, traité dans les mêmes conditions, fournit une substance ayant absolument le même aspect physique que la précédente et de composition $PBr^5, 9AzH^3$.

Poids de la substance.	Br pour 100.	P pour 100.	AzH^3 pour 100 (diff.).
1,175	67,868	5,134	27,00
1,539	68,904	4,990	26,10
Théorie pour $PBr^5, 9AzH^3$.	68,493	5,308	26,199

» L'action du phosphure gazeux d'hydrogène PH^3 sur les chlorures et bromures de phosphore a été étudiée; sur PCl^3 à la température ordinaire, il se produit bien du phosphure solide P^2H comme on l'a signalé depuis et non du phosphore, comme le croyait Rose; ceci me semble un procédé commode pour obtenir de notables quantités de P^2H pur. A froid (— 20°), la réaction n'a pas lieu; mais si, après saturation à cette température, on laisse le liquide revenir à la température ordinaire, il se produit un abon-

dant précipité de P^2H montrant qu'une notable quantité de PH^3 avait été absorbée à froid par PCl^3. L'action sur PBr^3 est la même, mais elle a lieu même à — 20°.

» Je décrirai prochainement les combinaisons du gaz ammoniac avec les iodures de phosphore, puis les résultats que j'ai obtenus par l'action des gaz HBr et HI sur quelques chlorures de métalloïdes et en particulier sur le chlorure de silicium. »

CHIMIE. — *Méthode pour obtenir l'acide phosphorique pur, en dissolution ou à l'état vitreux.* Note de M. **M. Nicolas.**

« Les divers procédés qui sont employés dans les laboratoires pour obtenir l'acide phosphorique en dissolution offrent tous certains inconvénients au point de vue de la rapidité de l'opération et de la pureté du produit obtenu.

» Pour éviter les manipulations pénibles auxquelles on se trouve astreint lorsque l'on emploie l'action de l'acide sulfurique sur les phosphates naturels ou les os pulvérisés, nous avons remplacé l'acide sulfurique par l'acide fluorhydrique. L'opération devient alors simple et facile.

» En effet, nous attaquons dans une capsule en plomb ou en platine une quantité donnée de phosphate de chaux par l'acide fluorhydrique en léger excès. Il faut avoir soin d'étendre d'eau, de plus de moitié, l'acide commercial que l'on emploie, et verser la poudre du phosphate à décomposer par portions, en remuant avec un agitateur en plomb.

» La réaction est extrêmement énergique : même avec le phosphate pur absolument exempt de carbonate calcaire, il se produirait un tel dégagement de chaleur, si l'on versait l'acide concentré sur le phosphate en poudre, que la majeure partie de l'acide contenu dans la solution serait volatilisé et perdu. La poudre une fois entièrement mêlée à l'acide, la réaction s'apaise d'elle-même et l'on peut continuer l'attaque en chauffant légèrement le mélange.

» Il faut avoir soin de remuer souvent la poudre, de façon à empêcher le fluorure de calcium formé de se déposer à l'état gélatineux et de protéger en partie le phosphate de chaux contre l'attaque de l'acide fluorhydrique.

» La formule suivante rend compte de la réaction

$$3\,CaO, PhO^5 + 3\,HFl = 3\,CaFl + PhO^5, 3\,HO.$$

» On laisse ainsi digérer pendant quelques heures le phosphate sur l'acide, en ayant soin d'ajouter une nouvelle quantité d'eau lorsque le niveau baisse par trop dans la capsule.

» Lorsque le liquide commence à devenir visqueux, il se dégage, pendant quelques instants, des fumées provenant de la petite quantité d'acide en excès. On chauffe jusqu'à disparition complète des vapeurs d'acide fluorhydrique. Il reste alors un liquide épais, ayant la consistance d'un sirop, qui est une dissolution d'acide phosphorique trihydraté contenant de 60 à 70 pour 100 d'anhydride.

» Si l'on a opéré avec du phosphate de chaux pur et de l'acide également purifié, la dissolution est incolore et l'acide phosphorique très pur. Avec la poudre d'os et l'acide ordinaire, la liqueur est colorée par des matières organiques. On doit alors pousser l'évaporation plus loin, de façon à carboniser les matières organiques, reprendre par l'eau, filtrer et évaporer de nouveau.

» Le fluorure de calcium étant très peu soluble dans les solutions des acides phosphorique et fluorhydrique étendus, on ne le retrouve pas dans les solutions filtrées. On pourra donc, à l'aide de cette méthode, obtenir facilement les acides pyrophosphorique et métaphosphorique. Il suffira, pour cela, de pousser l'évaporation de la liqueur jusqu'au bout et de calciner le résidu dans une capsule de platine. Il restera finalement de l'acide métaphosphorique fondu.

» Si l'on traite une quantité donnée d'acide fluorhydrique par un grand excès de phosphate, dans un mortier en porcelaine, en versant goutte à goutte l'acide sur la poudre et en remuant avec un pilon ou une baguette en plomb, l'acide est absorbé, et, en lessivant la poudre obtenue par l'eau chaude, on obtient une liqueur qui, à l'évaporation, laisse pour résidu les divers sels obtenus par Erlenmeyer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réactions colorées des amines aromatiques.* Note de M. Ch. Lauth, présentée par M. Schützenberger [1].

« J'ai montré récemment qu'en traitant l'acétate de diméthylaniline par le bioxyde de plomb, on obtient une belle couleur verte très intense; cette réaction, appliquée à d'autres amines aromatiques, donne, dans un grand

(1) Collège de France, laboratoire de M. Schützenberger.

nombre de cas, des colorations d'une grande netteté, et, comme une trace de produit suffit pour les développer, elles peuvent servir à caractériser les bases dont on n'aurait qu'une faible quantité à sa disposition.

» Voici comment il convient d'opérer :

» On met dans le fond d'un verre de montre *une* goutte de l'amine à examiner, ou, si elle est solide, une quantité égale de cristaux; on y ajoute *dix* gouttes d'une solution renfermant 3 volumes d'acide acétique à 8° et 7 volumes d'eau; la base se dissout en général dans ces conditions; d'ailleurs il n'est pas nécessaire que la solution soit parfaite, les réactions colorées étant plus nettes avec un excès de base qu'avec un excès d'acide. Il est bon de faire simultanément l'expérience avec une solution *alcoolique* d'acide acétique à la même dilution; certaines bases, en effet, sont insolubles dans l'acide acétique aqueux et, d'autre part, on obtient parfois en présence de l'alcool des colorations différentes dues à l'action de ses produits d'oxydation, de l'aldéhyde notamment; les deux expériences se complètent donc et peuvent être envisagées comme un contrôle l'une de l'autre.

» Sur les parois du verre de montre, on répand quelques parcelles d'oxyde puce, puis, inclinant un instant le verre, on met la solution acétique en léger contact avec elles : les colorations se manifestent instantanément.

» Il faut en suivre et en noter le développement ainsi que les modifications.

» Voici, parmi ces réactions colorées, celles qui m'ont paru les plus caractéristiques; on remarquera les différences auxquelles donnent lieu la plupart des cas d'isoméries :

	En présence de l'eau.	En présence de l'alcool.
Aniline	Violet rouge très fugace; passe de suite au brun rouge.	Comme avec l'eau.
Monométhylaniline	Vert bleu, puis violet, bleu et enfin olive.	Violet, violet rouge, olive.
Diméthylaniline	Orangé, vert-pré, vert-olive, gris.	Orangé vert.
Monoéthylaniline	Vert bleu, bleu, violet, olive.	Violet, violet noir, olive.
Diéthylaniline	Orangé vif, jaune.	Jaune verdâtre.
Benzylaniline	Brun rouge, violet rougeâtre, gris.	Gris jaune, vert.
Méthylbenzylaniline	Orangé, jaune verdâtre, vert gris.	Vert vif, vert bleu, violet.
Éthylbenzylaniline	Orangé.	Olive, vert vif, olive.
Diphénylamine	Gris violacé très peu intense.	Vert vif, olive.
Méthyldiphénylamine	Rouge fuchsine, violacé, brun.	Brun violacé.
Paratoluidine	Rouge-sang vif, rouge brun.	Rouge-sang vif.
Orthotoluidine	Vert-dragon, violet.	Violet rouge, violet brun, orseille.
Diméthylparatoluidine	Brun vert, jaune sale.	Brun vert, jaune sale.
Diméthylorthotoluidine	Rouge orangé vif, orangé brun.	Brun vert, olive.

	En présence de l'eau.	En présence de l'alcool.
Xylidines.		
-méta α; -méta β; -mélange d'ortho et de para	Violet bleu, gris noir.	Violet très rouge, orseille.
Paraphénylène diamine......	Vert bleu vif, brun.	Vert bleu vif, brun.
Métaphénylène diamine......	Brun.	Brun.
Paraphénylène diamine diméthylée	Rouge fuchsine, violet bleu, violet noir.	Rouge fuchsine, violet bleu, bleu noir.
Métaphénylène diamine diméthylée	Brun jaune peu intense.	Brun jaune.
Toluylène diamine (du binitro)	Brun rouge, vif.	Brun rouge vif.
Naphtylamine α............	Violet bleu, très peu intense.	Violet bleu, très peu intense.
Naphtylamine β............	Brun jaune, très peu intense.	Brun rougeâtre, très peu intense.
Diméthylnaphtylamine α.....	Rouge garance vif, blanc opaque.	Rouge garance, peu soluble.
Benzidine..................	Bleu intense, très pur, violet, rouge.	Solution jaune, précipité bleu.
Tétraméthylbenzidine........	Vert-pré orangé, en présence d'un excès d'acide.	Vert-pré.
Orthoanisidine diméthylée ...	Fuchsine violette, violet sale.	Gris vert, olive.
Métaanisidine diméthylée	Brun jaune.	Brun jaune.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouveau procédé pour reconnaître la fraude dans les huiles d'olive.* Note de M. R. Brullé.

« Ce procédé est fondé sur l'emploi du nitrate d'argent dissous dans la proportion de 25 pour 100 dans de l'alcool éthylique à 90°. On opère de la façon suivante :

» Dans un tube à essai, on verse 10^{cc} de l'huile à essayer, avec 5^{cc} de la solution alcoolique de nitrate d'argent, et on laisse environ une demi-heure au bain-marie, puis on observe la teinte des huiles :

» 1° L'huile d'olive pure conserve sa transparence et prend une teinte d'un beau vert-pré ;

» 2° L'arachide pure prend une teinte brun rougeâtre ;

» 3° Le sésame prend la coloration du rhum très foncé en couleur ;

» 4° Le colza devient noir, puis vert sale ;

» 5° Le lin prend une teinte rougeâtre foncée ;

» 6° Le coton devient noir ;

» 7° L'œillette devient noir verdâtre ;

» 8° La cameline devient noire ; au jour, en inclinant le tube, elle présente une teinte rouge-brique. »

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Recherches expérimentales sur la vaccine, chez le veau.* Note de MM. **Straus**, **Chambon** et **Ménard**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans le cours de recherches que nous poursuivons depuis deux ans sur le cow-pox, chez le veau, nous avons obtenu quelques résultats expérimentaux nouveaux ou différents des résultats connus jusqu'ici. Nous les relaterons brièvement.

» I. *Inoculation de la vaccine sur la cornée.* — Avec une lancette chargée de lymphe vaccinale, on pratique une piqûre superficielle au centre de la cornée d'un veau, l'œil étant préalablement insensibilisé par la cocaïne. Au bout de six à sept jours, le centre de la cornée devient opaque; les jours suivants, l'opacité gagne en étendue, avec une vive congestion de la conjonctive, du larmoiement et de la photophobie; la même opération faite avec la même lymphe sur un veau ayant acquis l'immunité par des inoculations cutanées antérieures ne provoque aucune lésion de la cornée.

» Trois veaux ont été inoculés ainsi sur la cornée et ont présenté la kératite caractéristique. On les soumet ultérieurement à des inoculations vaccinales faites sur la peau, pour s'assurer s'ils avaient acquis l'immunité. Dans un cas, la revaccination fut pratiquée vingt-cinq jours, dans un autre, vingt-huit jours après l'inoculation cornéenne; aucune pustule ne se forma : les deux animaux avaient acquis l'immunité. Un troisième veau fut inoculé au ventre douze jours seulement après l'inoculation cornéenne; on assista chez lui au développement d'une éruption régulière de pustules de vaccine.

» Ces expériences montrent que l'insertion de la vaccine sur la cornée est possible; elle confère l'immunité, mais plus tardivement que l'inoculation cutanée qui la donne, comme l'on sait, déjà au bout de six à sept jours. La lenteur plus grande avec laquelle l'immunité est acquise à la suite de l'inoculation sur la cornée s'explique aisément par l'absence de vaisseaux dans cet organe.

» Nous nous sommes aussi assurés que l'inoculation de la vaccine dans la *chambre antérieure de l'œil* détermine une vive inflammation de l'iris et de la cornée. Elle confère l'immunité aussi sûrement et presque aussi rapidement que l'inoculation faite à la peau.

» II. *Injection intra-veineuse de lymphe vaccinale.* — M. Chauveau a constaté que, chez le cheval, l'injection intra-veineuse de vaccin crée l'immunité aussi sûrement que l'injection sous-cutanée [1].

---

[1] M. Chauveau a montré également que l'injection de lymphe vaccinale dans le

» Dans l'espèce bovine, dit-il, il n'en est plus ainsi. La revaccination réussit toujours, si l'injection a été faite exclusivement dans le vaisseau, sans inoculation accidentelle du tissu conjonctif. On est, du reste, prévenu de cet accident par la petite tumeur qui ne manque pas de se développer.

» Nous avons répété ces expériences sur le veau, mais avec des résultats différents. Constamment nous avons provoqué l'immunité. La quantité de lymphe injectée dans la jugulaire a varié depuis la dose très grande de 2^{cc} à 3^{cc} jusqu'à celle d'une goutte ou d'une fraction de goutte. Le dispositif adopté pour l'injection était tel que la contamination du tissu cellulaire autour du vaisseau était à peu près sûrement écartée. Du reste, l'absence du noyau d'induration au lieu de l'injection était une garantie que celle-ci était exclusivement intra-vasculaire.

» L'injection intra-veineuse de quantités même très faibles de vaccin entraîne donc, chez le veau, l'immunité complète, sans autres manifestations générales ou locales.

» III. *Transfusion du sang de veau en pleine éruption de cow-pox.* — Des recherches ont été déjà faites sur ce point, mais avec des résultats contradictoires. M. Chauveau, dans les expériences célèbres qu'il fit pour la *Commission lyonnaise,* transfusa dans un cas 500^{gr}, dans l'autre 1000^{gr} de sang pris sur des chevaux présentant une belle éruption dans les veines de deux jeunes chevaux. Les résultats ont été négatifs et ces deux chevaux furent plus tard inoculés sur la peau avec succès. Maurice Raynaud injecta dans la jugulaire d'un veau 250^{gr} de sang emprunté à une génisse au sixième jour d'éruption vaccinale. Quinze jours après, il fit des inoculations d'épreuve qui demeurèrent stériles. Raynaud fit, sans doute, d'autres expériences avec des résultats différents, car un an plus tard il s'exprime ainsi :

» La transfusion, même à doses massives, du sang vaccinal, n'est, le plus souvent, suivie d'aucun effet vaccinal; après, comme avant la transfusion, l'animal reste apte à contracter la vaccine (1). »

» Nos expériences de transfusion étaient pratiquées de la façon suivante : les deux veaux étaient solidement fixés sur la table à vaccination; une canule de verre était introduite dans la carotide du veau devant fournir le sang, une autre dans la jugulaire du veau sain; la communication était établie par un tube de caoutchouc, le tout préalablement stérilisé et l'opération faite aussi aseptiquement que possible. Pour ap-

---

tissu cellulaire sous-cutané, chez le cheval, le bœuf et l'enfant, amène la formation d'un noyau induré, sous-cutané, qui se dissipe lentement et qui donne toujours l'immunité. Nous avons pu vérifier ce fait chez le veau.

(1) *Comptes rendus,* t. LXXXIV, p. 453 et 1517; 1877. — *Bulletin de l'Académie de Médecine,* p. 878; 1878.

préciser la quantité de sang transmis d'un veau à l'autre, on pesait le premier veau avant et après la transfusion.

» Dans une première expérience, 400^{gr} de sang furent transfusés d'un veau en éruption vaccinale au septième jour à un veau sain. Inoculé quinze jours après, ce dernier présenta une éruption régulière de pustules vaccinales.

» Dans trois autres expériences, la transfusion fut faite avec des quantités de sang bien plus considérables (4^{kg} à 6^{kg}). Les veaux soumis à la transfusion de ces doses énormes de sang vaccinal la supportèrent parfaitement. Inoculés deux ou trois semaines après, aucune éruption ne se manifesta.

» Ces expériences établissent que l'immunité peut être conférée au veau par la transfusion du sang provenant d'un veau en pleine éruption de vaccine. Mais, pour obtenir cet effet avec une certitude à peu près complète, *il faut transfuser des quantités très considérables de sang* (4^{kg} à 6^{kg}). La transfusion de 400^{gr} dans une de nos expériences, celle de 500^{gr} et de 1000^{gr} dans les deux expériences de M. Chauveau sur le cheval n'ont donné aucun résultat. Il en faut conclure que le microbe (encore inconnu, de la vaccine existe dans le sang, pendant la période d'éruption, mais en très petite quantité, probablement à l'état d'unités seulement, éparses dans la masse totale du sang.

» IV. *Transfusion du sang d'un veau ayant l'immunité vaccinale à un autre veau.*

» Un veau est inoculé sur le ventre par une centaine de scarifications, le 2 avril 1890; l'éruption se produit régulièrement. On conserve le veau, désormais revêtu de l'immunité, pendant sept semaines. Le 26 mai, on le pèse ; son poids est de 148^{kg}. On pratique alors la transfusion à un autre veau, à qui l'on avait fait préalablement une saignée déplétive de 3^{kg} environ. Quinze minutes après qu'on a établi la communication, l'animal qui fournit le sang est pris de convulsions et meurt. On le pèse aussitôt et on constate qu'il a perdu $5^{kg},500$ de son poids : c'est donc à peu près le poids du sang transfusé dans la veine du veau sain. Celui-ci supporte parfaitement l'opération. Le 13 juin (dix-neuf jours après), on l'inocule au ventre ; une éruption vaccinale régulière se développe.

» Cette expérience est particulièrement instructive. Elle montre que l'on peut transfuser *la presque totalité* du sang d'un veau ayant l'immunité vaccinale à un autre veau, sans néanmoins conférer à ce dernier l'immunité.

» V. *Injection sous-cutanée de lymphe vaccinale.* — 5^{cc} de lymphe vaccinale, fraîchement recueillie sur le veau, sont mêlés au même volume de bouillon stérilisé ; le mélange est filtré sur un filtre de plâtre à l'aide du vide de la trompe. On injecte 4^{cc} du filtrat dans le tissu cellulaire sous-cutané d'un veau. Pas de noyau d'induration au point de l'injection ; l'animal, inoculé quinze jours après, présente une belle éruption vaccinale.

» Ainsi, l'injection sous-cutanée d'une quantité relativement très con-

sidérable de lymphe vaccinale, privée par la filtration de tout élément figuré, ne produit aucun phénomène local en général et ne donne pas l'immunité. »

M. A. Chauveau, à l'occasion de cette Note de MM. *Straus, Chambon* et *Ménard*, fait remarquer que la vaccine fait partie du groupe de maladies virulentes sur lesquelles il a fait porter ses premières expériences sur la détermination de la nature intime du virus. Ces maladies sont la vaccine, la variole, la clavelée, la morve.

« Par diverses méthodes reposant sur la diffusion, la dilution, le lavage et la décantation, je suis arrivé, dit-il, à démontrer que l'agent actif des humeurs virulentes est un élément corpusculaire. Or il est très remarquable qu'en ce qui concerne trois de ces maladies, la science en est restée exactement au point où je l'avais amenée en 1867, sur la question de l'agent infectieux qui intervient dans la production de chacune de ces maladies. Grâce à MM. Bouchard en France, Schütz et Lœfler en Allemagne, l'élément infectieux de la morve est maintenant bien connu : on sait que c'est un microbe qui peut être cultivé *in vitro*, en dehors de l'économie animale. Mais, pour la vaccine, la variole, la clavelée, on ne sait rien de plus que ce que j'ai démontré en 1867, à savoir que l'agent infectieux est un élément corpusculaire.

» Cet élément sera sans doute cultivé un jour, en dehors des humeurs de l'animal vivant; mais il est curieux que toutes les tentatives faites jusqu'ici pour obtenir cette culture aient complètement échoué. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action physiologique de la morphine chez le chat.* Note de M. L. Guinard, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans le cours de recherches sur l'anesthésie des petits animaux, j'ai été amené à étudier l'action de la morphine chez le chat. Cette action, que l'on pourrait croire semblable à celle que l'on observe ordinairement chez le chien, est bien différente et ne se manifeste jamais par le sommeil et la prostration narcotique. Elle est toujours caractérisée, au contraire, par une excitation remarquable, proportionnelle, en intensité, avec la dose de médicament : excitation accompagnée de désordres évidents dans les fonctions du cerveau et se terminant, si la dose est trop forte, par une période de convulsions, qui se continue jusqu'à la mort du sujet.

» J'ai fait dix-neuf expériences sur des sujets différents, auxquels la morphine a été administrée, par la voie hypodermique ou la voie veineuse, aux doses de $0^{gr},0004$, $0^{gr},001$, $0^{gr},002$, $0^{gr},01$, $0^{gr},02$, $0^{gr},05$, $0^{gr},06$, $0^{gr},09$ par kilogramme d'animal, et dans toutes ces expériences je n'ai jamais rencontré un seul chat présentant le moindre signe de stupeur morphinique.

» Un résumé très succinct d'un de mes derniers essais donnera une idée des phénomènes provoqués par la morphine chez les chats.

» 8 *décembre* 1890. — Chatte pesant $2^{kg},500$ reçoit, dans le tissu conjonctif sous-cutané, $0^{gr},0008$ de chlorhydrate de morphine. 10 minutes après vomissements. Très légère excitation après 30 minutes. Nouvelle injection de $0^{gr},0017$, 1 heure 25 après la première. L'excitation très légère du début ne s'accentue pas, et l'animal, soit dans ses allures, soit dans son attitude, ne présente rien d'extraordinaire.

» 2 heures 20 après la seconde injection, on en pratique une troisième de $0^{gr},0025$. Cette fois l'hyperexcitabilité s'accuse plus nettement, et, s'exagérant graduellement, devient très marquée. Le chat ne peut rester en place, il s'assied sur son derrière et se relève à tout moment; il se déplace dans sa cage, tourne dans tous les sens, cherche à s'accrocher avec ses griffes, se jette à la renverse et roule sur le dos. Un intervalle d'une heure un quart s'étant écoulé depuis la dernière injection, on fait une nouvelle piqûre de $0^{gr},01$. Celle-ci porte l'excitation à son maximum et rend très manifestes les désordres cérébraux. L'animal, très agité, a des hallucinations, il regarde dans le vide et gronde comme un chat furieux. Cependant il n'est pas agressif; le plus léger bruit l'effraye et le fait tressaillir. Si on le promène en laisse dans le laboratoire, il part en courant, cherchant à se cacher, mais ne peut rester longtemps dans les coins où il va se blottir, pendant quelques instants.

» Une analyse détaillée des principales fonctions nous apprend d'abord que les fonctions du cerveau sont profondément troublées. L'animal est dans une sorte d'ivresse agitante qui, à aucun moment, n'est suivie de stupeur et de sommeil. Pendant tout ce temps-là, il ne paraît pas distinguer nettement les objets, a des mouvements désordonnés et sans suite, ne répond à la voix que par des signes de frayeur et se précipite contre les grilles de sa cage qu'il semble ne pas apercevoir.

» J'ajouterai que l'hyperexcitabilité réflexe est très grande, que la pupille est dilatée, que la respiration et le cœur sont accélérés et que la pâleur des muqueuses ainsi que le refroidissement des organes périphériques indiquent une vaso-constriction qui se prolonge pendant toute la durée de l'action du médicament. De plus, les mouvements ne sont pas sensiblement gênés et le chat ne prend pas cette attitude hyénoïde si caractéristique du chien morphinisé. La dose n'étant pas augmentée, l'animal revient graduellement à l'état normal et sans présenter le moindre signe de narcose morphinique.

» Avec les doses fortes, tous les symptômes précités s'accentuent, la période d'excitation est plus violente, mais elle est suivie, en outre, d'une période convulsive analogue à celle qui a été décrite, chez le chien endormi,

par MM. Amblard et Grasset. Cette période de convulsion débute par des contractions partielles dans les muscles de la face et des oreilles; ces contractions s'étendent bientôt aux pattes, deviennent de plus en plus fortes et répétées, et aboutissent finalement à des accès de tétanisme véritable qui se montrent une ou deux fois et se terminent, lorsque la dose est mortelle, avec la vie du sujet.

» Contrairement à ce qu'on observe chez les autres espèces, les jeunes chats paraissent moins sensibles à l'action de la morphine que les chats âgés; et, chez tous les sujets de cette espèce, pour lesquels la morphine est constamment excitante, elle demeure toujours un synergique excellent des anesthésiques. Ainsi un chat, en pleine excitation morphinique, s'endormira beaucoup plus facilement et beaucoup plus profondément par le chloroforme, que si ce médicament lui était administré seul et sans piqûre préalable de morphine. De plus, lorsque le chat, morphinisé et anesthésié, se réveille, l'excitation réapparaît comme avant l'administration de l'anesthésique.

» *En résumé*, la morphine est toujours, et à quelque dose que ce soit, un excitant et un convulsivant énergique pour les chats. Mais elle a cependant une action telle sur ces animaux, que leurs centres nerveux, bien qu'excités à l'excès, sont comme ébranlés et affaiblis, et cèdent beaucoup plus facilement à l'action des anesthésiques.

» D'autre part, ces effets d'excitation remarquable, constatés chez un animal très nerveux, pourraient être rapprochés des phénomènes de même ordre, observés en espèce humaine, particulièrement chez les femmes, où on rencontre quelquefois des sujets pour lesquels la morphine n'est jamais un calmant. »

M. **Milne-Edwards**, à la suite de cette Communication de M. *Guinard*, annonce que, en vue de pratiquer certaines opérations sur les grands fauves de la Ménagerie du Muséum (lions, tigres et panthères), il a essayé l'action de la morphine sur les chats : il n'a jamais pu obtenir l'anesthésie, soit qu'il ait fait ingérer cette substance avec les aliments, soit qu'il l'ait employée en injections sous-cutanées. Les tigres et les lions sont également réfractaires à l'action stupéfiante de la morphine.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De l'action excitatrice et inhibitoire du nerf en desséchement sur le muscle;* par M. N. **Wedensky.**

« Le nerf moteur soumis à la dessiccation lente commence, après un certain temps, à exciter son muscle. Les phénomènes musculaires provoqués par ce procédé peuvent être répartis dans les trois stades suivants:

» *Premier stade.* — Le muscle produit d'abord des secousses faibles et rares, ensuite plus fortes et plus fréquentes.

» *Deuxième stade.* — Le muscle entre en tétanos permanent, de forte intensité.

» *Troisième stade.* — La contraction tétanique devient de plus en plus faible et bientôt le muscle se relâche presque complètement.

» On pourrait croire qu'il n'y a rien de plus facile que d'expliquer le troisième stade, en admettant, soit que le nerf trop desséché n'excite plus son muscle, soit que le muscle est arrivé à un tel degré d'épuisement qu'il cesse de répondre aux excitations. Si probables et plausibles que puissent être ces deux explications, elles ne répondent pas à la réalité et doivent faire place à une troisième interprétation. Comme nous le verrons plus loin, le nerf desséché envoie encore au muscle, dans ce troisième stade, des impulsions, même *plus fortes* que celles que le muscle recevait dans le deuxième stade; d'autre part, nous verrons aussi que le muscle est loin d'avoir perdu à ce moment sa contractilité. Si malgré tout cela il ne se contracte pas, c'est parce qu'il tombe alors dans un état particulier, notamment dans un état d'arrêt.

» Cette interprétation m'a été suggérée par mes recherches précédentes sur le tétanos électrique [1]. J'ai supposé que la chute assez rapide du tétanos pendant le troisième stade peut provenir de ce que le nerf stimule fortement l'appareil terminal, comme cela a lieu avec l'irritation pessimum du courant électrique. M. K. Saint-Hilaire, étudiant à l'Université de Saint-Pétersbourg, a soumis, sur mon conseil, cette idée à une étude spéciale, et ses expériences sont venues confirmer la supposition que je viens d'avancer.

---

(1) *Des corrélations entre l'irritation et l'activité fonctionnelle dans le tétanos* (Saint-Pétersbourg; en russe, avec 13 planches). Voici les conclusions de cette Étude, qui ont fourni les principes utilisés dans le présent travail :

« Les courants induits à succession rapide, appliqués à l'appareil neuro-musculaire,

» Le muscle gastrocnémien étant en communication avec un myographe, M. Saint-Hilaire soumet la moitié supérieure du nerf sciatique à la dessiccation par l'air, tandis que la moitié inférieure et le muscle se trouvent soustraits à la dessiccation. De temps en temps il irrite le muscle (ou un point du nerf près du muscle) par les chocs induits à une seconde d'intervalle et d'une intensité *maximum*.

» Dans le premier stade de l'expérience, comme on peut le présumer, les secousses produites par les chocs induits se superposent aux contractions faibles provoquées par le nerf en dessèchement.

» Dans le deuxième stade, l'irritation électrique n'ajoute rien au tétanos intense, ce qui est facile à expliquer. Mais la même chose se répète aussi dans le troisième stade : le choc induit reste sans effet visible, ou ne provoque qu'une contraction à peine appréciable. Ce dernier fait donne à réfléchir. Si le nerf desséché n'excite plus à cette époque le muscle, pourquoi le choc induit, appliqué au muscle, ne peut-il produire des secousses? On pourrait croire que cela a pour cause la fatigue musculaire. Mais alors, comment est-il possible que le muscle qui a exécuté, il y a quelques secondes seulement, de fortes contractions tétaniques, ait perdu si vite toute sa contractilité, de sorte qu'il ne répond même pas à un choc électrique maximum? En effet, *il suffit de couper toute la partie desséchée du nerf, pour que les chocs induits recommencent à l'instant même à donner de fortes secousses et gardent leur action excitatrice durant un temps bien long*.

» Cette démonstration prouve que le muscle est loin d'être bien épuisé. Il ne reste qu'à admettre que dans le troisième stade le nerf continue à envoyer au muscle encore des impulsions, lesquelles, au lieu de produire des contractions, provoquent dans l'appareil périphérique une action d'arrêt.

» On pourrait faire contre cette conclusion l'objection suivante : le muscle peut être encore *un peu contracté* durant le troisième stade (le relâchement du muscle n'étant pas complet, ce qui est vrai pour beaucoup de cas); il s'épuise incessamment par ce tétanos faible, et c'est pour cela que sa contraction ne peut plus être augmentée par les chocs induits. Si, d'autre part, le muscle réagit par des secousses après l'ablation du nerf desséché, c'est qu'il a eu le temps de se rétablir dans les intervalles relativement longs (une seconde). Pour écarter cette objection, M. Saint-Hilaire a remplacé, au début de l'expérience, les chocs induits isolés par le courant tétanisant d'une in-

---

exercent une double action sur le muscle : tantôt ils l'excitent et provoquent une contraction musculaire, tantôt ils dépriment son excitabilité et produisent le relâchement du muscle (état analogue à celui que présente l'arrêt du cœur sous l'influence de l'irritation des pneumogastriques).

» C'est d'une combinaison déterminée de la fréquence et de l'intensité des courants irritants que dépend l'apparition de l'un ou de l'autre de ces deux effets contraires. Pour qu'une préparation neuro-musculaire passe d'un tétanos intense à l'état de dépression de l'action musculaire, il suffit, si les courants irritants sont d'intensité maxima, de les rendre plus fréquents; ou, s'ils sont assez fréquents, mais pas assez forts, d'en augmenter l'intensité. »

tensité modérée. Ces courants, appliqués dans le troisième stade, provoquent des contractions insignifiantes ou même nulles; mais, aussitôt que l'on coupe le nerf desséché, ils se montrent de nouveau capables de produire des contractions tétaniques violentes.

» Pour que le nerf exerce une action déprimante, il faut que l'excitation due à la dessiccation soit encore *plus forte* que dans les deux stades précédents. C'est ce que M. Saint-Hilaire a prouvé de la manière suivante :

» On pose la partie inférieure (non desséchée) du nerf sur un mince tube en verre, et quand les fortes contractions du muscle font place au relâchement bien prononcé, on fait circuler dans le tube un courant d'eau de —2°C.; on voit alors que le muscle est de nouveau pris de contractions tétaniques, qui disparaissent à leur tour, si l'on fait circuler dans le tube un courant d'eau à 25°C.

» Comme on le voit, c'est en affaiblissant par l'action du froid la conductibilité du nerf et, par conséquent, *en diminuant* l'intensité des impulsions transmises par le nerf au muscle, que nous faisons apparaître les contractions musculaires. En effet, les mêmes changements de température, exécutés dans le premier stade ou dans le deuxième, déterminent, au contraire, un affaiblissement des contractions. D'ailleurs, c'est le même procédé dont je me suis servi dans mes expériences sur la tétanisation électrique et que j'ai soumis à un contrôle des plus rigoureux, vu que l'irritant électrique peut être facilement manié et exactement dosé ([1]).

» Les recherches de M. Saint-Hilaire me permettent de formuler la conclusion suivante :

» *Le dessèchement du nerf, tout aussi bien que le courant interrompu, suivant son intensité, agit sur le muscle de deux façons : il le stimule et provoque une contraction, ou bien il déprime son excitabilité et provoque son relâchement.*

» Ces expériences peuvent être facilement vérifiées. Si le dessèchement du nerf arrive à produire un tétanos violent, il produira aussi des phénomènes d'inhibition. Pour que ces expériences réussissent, il faut éviter de se servir de grenouilles épuisées par une captivité prolongée. »

([1]) Mon point de vue sur le phénomène analysé fait supposer que, dans le troisième stade, la stimulation du muscle venant du nerf devient non seulement plus forte, mais aussi peut-être *plus fréquente*. Cette supposition sera contrôlée plus tard, au moyen du téléphone.

ZOOLOGIE. — *Le dimorphisme des mâles chez les Crustacés amphipodes* [1]. Note de M. **Jules Bonnier.**

« On sait que Fritz Müller a signalé depuis longtemps dans le genre *Orchestia*, outre le dimorphisme sexuel, un autre dimorphisme chez les individus mâles d'une même espèce (*O. Darwinii* Müller). Depuis, Blanc a attiré l'attention sur un fait du même genre chez l'Orchestie de nos côtes (*O. littorea* Montagu). Des phénomènes analogues ont été aussi indiqués par plusieurs carcinologistes, Metzger, G.-O. Sars, Chilton, Stebbing, chez d'autres genres d'amphipodes et aussi dans divers groupes de Crustacés. Dans le cas le mieux étudié, celui du *Cambarus*, Walter Faxon a démontré qu'il s'agit, non d'un vrai dimorphisme chez les mâles, mais bien d'une succession de formes dont l'une est uniquement adaptée à l'accouplement, tandis que l'autre y est impropre. Selon ce dernier auteur, c'est dans un phénomène similaire qu'il faut rechercher l'explication du prétendu dimorphisme signalé dans les autres groupes des Crustacés.

» J'ai pu examiner, chez les amphipodes, deux de ces cas, qui donnent complètement raison à Faxon.

» Le premier se rapporte à l'*Orchestia littorea* déjà étudiée par Blanc : il a montré qu'à côté de la forme mâle bien connue, caractérisée par le renflement si spécial des méropodite et carpopodite du septième péréiopode, il existait une autre forme, ne différant de la première que par l'absence de cette modification, et, ajoute-t-il, cette seconde forme ne peut être considérée comme un état jeune du mâle, puisque les testicules sont en pleine maturité. Ces deux formes ont été revues par plusieurs naturalistes et je les ai retrouvées sur les plages du Boulonnais. J'ai d'abord constaté que le mâle typique était surtout commun pendant la belle saison et beaucoup plus rare au printemps et à l'automne; que celui-là *seulement* pouvait s'accoupler : c'est donc, comme chez les *Cambarus*, une forme spécialisée en vue de la reproduction. Les renflements du méropodite et du carpopodite ont pour but, en augmentant la force de l'articulation, d'affermir davantage la dernière paire de péréiopode, sur laquelle s'arc-boute le mâle pour maintenir la femelle pendant l'accouplement, qui s'effectue hors de l'eau. La deuxième forme, qui ne s'accouple *jamais*, présente bien, surtout

---

[1] Travail du Laboratoire de Zoologie de Wimereux (Pas-de-Calais).

en été, des spermatozoïdes; mais ceci n'est pas, comme le croient Blanc et Th. Barrois, une objection à notre manière de voir : on connaît d'autres Crustacés chez lesquels les testicules sont déjà en pleine maturité alors qu'il faut encore une ou plusieurs mues (chez les Lernéens, par exemple) pour que le mâle puisse copuler. Dans le cas actuel, il suffit d'une mue, et j'ai même trouvé des individus tératologiques ne présentant la modification caractéristique du mâle adulte que sur un seul péréiopode, alors que la patte correspondante ressemblait à celle qui a été décrite par Blanc pour sa deuxième forme mâle.

» L'autre observation se rapporte à un petit amphipode commun dans les plages de sable de Wimereux, *Bathyporeia pilosa* Lindström. Avec cette espèce, Spence Bate en décrivit deux autres : *B. pelagica*, qui doit être considérée comme la femelle de l'espèce précédente, et *B. Robertsoni*, caractérisée surtout par le grand développement des antennes inférieures et par la présence sur celles-ci d'un grand nombre d'organes sensoriels, désignés sous le nom de *calceoli*. Stebbing vit dans cette dernière forme le mâle jeune de la même espèce, manière de voir qui ne fut admise ni par G.-O. Sars ni par Chevreux, qui considérèrent l'espèce comme suffisamment caractérisée. En examinant l'état des testicules dans un grand nombre d'exemplaires, je ne trouvais, pendant l'été, de spermatozoïdes mûrs que dans la forme *Robertsoni;* tandis que dans la forme *pilosa*, à antenne courte sans calcéoles, la glande génitale ne renfermait que des spermatocytes. Quelques individus cependant, sur le point de muer, présentaient des spermatozoïdes adultes; mais alors leurs antennes, qui ne portaient à l'extérieur que des poils chitineux, laissaient voir par transparence la nouvelle antenne, munie à chaque article d'une calcéole déjà très développée. Il s'agit donc encore ici de formes successives et celle qu'on a appelée *Robertsoni* doit être considérée comme le mâle modifié pour l'accouplement, ce que la présence d'organes sensoriels très différenciés pouvait faire prévoir *a priori*. L'allongement des antennes et le développement des calcéoles constituent une sorte de *parure de noce*, qui disparaît quand la période de reproduction est terminée, car on trouve des mâles à antennes courtes sans calcéoles, de taille beaucoup plus considérable que ceux qui ont été désignés par Spence Bate sous le nom de *B. Robertsoni*.

» Il est donc très probable que ce qu'on a appelé le dimorphisme des mâles chez les Crustacés n'existe pas en réalité, et qu'on a eu affaire ou à des phénomènes de progénèse, comme chez les Épicarides, ou, comme dans les cas cités plus haut, à une adaptation particulière du sexe mâle en

vue de l'accouplement. Ces faits sont donc absolument comparables aux changements de plumage chez les oiseaux, ou de coloration chez les poissons, pendant la période d'activité sexuelle. »

ZOOLOGIE. — *Sur la reproduction des Autolyteæ.* Note de M. **A. Malaquin**, présentée par M. Lacaze-Duthiers.

» I. Formation des stolons. — J'ai étudié ce phénomène chez les trois genres *Autolytus* Grube, *Myrianida* Milne-Edwards et *Procerastea* Langerhaus.

1° Genres *Autolytus* et *Myrianida*. — Chez les *Autolytus pictus* Ehlers et *A. rubropunctatus* Grube, le stolon unique naît aux dépens d'un certain nombre de segments préformés; le lobe céphalique apparaît sur un segment déterminé, voisin du proventricule. C'est donc purement un phénomène de *scissiparité*.

» Chez les *Autolytus Ehbiensis* de Saint-Joseph, *A. brachycephalus* Marenzeller, *A. Edwarsii* de Saint-Joseph, à chaîne de stolons, le premier stolon qui prend naissance sur la souche naît de la même façon que précédemment, par scissiparité. Les stolons suivants prennent naissance entre le premier stolon et la souche et sont dus à un bourgeonnement. Il y a donc, dans ce cas, *scissiparité et bourgeonnement* à la fois.

» Chez la Myrianide il existe des phénomènes de bourgeonnement non compliqués de scissiparité. Les observations que j'ai pu faire des différentes phases de la génération alternante me permettent d'identifier la *M. fasciata* de Milne-Edwards et la *M. maculata* de Claparède.

» Lorsqu'il y a bourgeonnement, l'anneau qui prolifère est le *pré-anal* chez la Myrianide (et certains *Autolytus*); c'est celui qui est contigu au premier stolon chez les Autolytes. Le segment anal n'intervient jamais dans la prolifération de nouveaux zoonites : c'est, en effet, un segment trop différencié dès l'origine. De même que chez les Cestodes le *pygidium* (la pseudotête) est suivi d'une partie, le *col*, non différenciée, non annulée et en prolifération, de même il existe ici, immédiatement en avant du segment anal, un *zoonite formateur* ne présentant pas d'appendices. Il est rempli par du tissu embryonnaire en voie de prolifération. Lorsqu'il existe ainsi un *zoonite formateur*, il donne naissance, lorsqu'il y a une surface libre, à une *tête* nouvelle si la surface est proximale (bourgeonnement centrifuge), à un *pygidium* si la surface est distale (bourgeonnement centripète). Ces

deux cas se présentent dans les phénomènes de réintégration. S'il y a contact du *zoonite formateur* avec un stolon, il y a encore formation d'un pygidium sur la face distale. Le segment anal joue pour ainsi dire le rôle d'isolateur : il sépare deux individualités qui vont s'accentuant de plus en plus. Il y a alors arrêt de prolifération sur la face distale où s'est formé le pygidium. Le *zoonite formateur* donne naissance sur la surface opposée à de nouveaux zoonites qui deviennent semblables à ceux qui les précèdent, en se différenciant de plus en plus vers la région céphalique.

» La zone de nouvelle formation est incolore et transparente. Le *zoonite formateur* est plus long que les zoonites qui le précèdent. Sur ce segment d'abord indivis, on voit apparaître deux sillons latéraux qui convergent et se rejoignent sur la ligne médiane, constituant un zoonite nouveau contigu à celui le plus nouvellement formé. Les rudiments de pied, puis les cirres dorsaux, puis les soies et l'acicule se différencient successivement. Les premiers zoonites sont à l'origine presque entièrement pleins; le tube digestif qui possède une lumière très petite est accolé par sa paroi externe contre les parois du corps épaissies et formées par le tissu conjonctif embryonnaire. Dans le cas de bourgeonnement d'une chaîne de stolons, il existe ainsi une zone de prolifération en avant de chacun des pygidiums des stolons. En outre il en existe une qui est la zone d'accroissement de la souche entre le dernier segment de la souche et la tête du dernier stolon formé : c'est elle qui a produit toutes les autres. J'ai ainsi observé chez la Myrianide une souche de 66 segments suivie de 29 stolons mâles comptant ensemble plus de 450 segments et 30 zones en voie de prolifération active.

» 2° Genres *Procerastea*. — J'ai observé la reproduction à peine connue de ce genre chez *P. Halleziana*, nouvelle espèce caractérisée par un pharynx armé d'un cercle de 20 dents et par une trompe présentant une anse et s'étendant sur 5 segments. Il n'existe chez cette espèce qu'un seul stolon à la fois dont la tête se forme sur le 14e segment, comme chez *P. nematodes* Langerhaus. Mais le phénomène de scissiparité se complique d'un bourgeonnement médian avant l'apparition de la tête, bourgeonnement dont le siège réside en avant du 20e avant-dernier segment. Les phénomènes d'accroissement sont les mêmes que ceux décrits plus haut. Seulement le bourgeon proliférant ne donne de segments qu'en avant : la surface distale n'étant ni en contact avec une surface libre, ni avec une tête de stolon, ne prolifère pas de pygidium.

» II. Accroissement des stolons. — *a. Polybostrichus*. Le segment qui se différencie morphologiquement le premier est le segment anal, caractérisé

par sa position et par ses deux cirres beaucoup plus longs et plus épais que les suivants et les précédents. Les stolons encore très jeunes de la Myrianide sont constitués ainsi par un pygidium, par une zone de prolifération précédée de quelques segments de plus en plus différenciés. Le lobe céphalique apparaît sur le premier de ces anneaux, contigu au segment anal du stolon qui le précède. Il en résulte que le *zoonite formateur* donne naissance immédiatement aux deux segments les plus différenciés : 1° le segment qui bourgeonne la tête, 2° le pygidium. Les segments les premiers formés par la suite sont ceux qui renferment les organes génitaux. Le lobe céphalique naît par un épaississement dorsal s'accroissant davantage sur les côtés et laissant par conséquent une échancrure médiane qui persiste chez l'adulte. Les palpes bifurqués, l'antenne médiane, les yeux inférieurs et supérieurs, puis les antennes latérales, lorsqu'elles existent, apparaissent successivement.

» *b. Sacconereis.* — La tête de la *Sacconereis* se forme de la même manière que celle du Polybostrychus. Les antennes médiane et latérales apparaissent en même temps et se développent également. Les palpes du mâle ont disparu (excepté peut-être chez la *Sacconereis* d'*Autolytus roseus* Clap.) Les antennes latérales et les palpes chez les mâles et les femelles ont donc un développement inverse. Dans le genre *Procerastea* les formes sexuées présentent avec la souche un dimorphisme bien plus considérable que dans les deux autres genres. Tandis que dans la souche les pieds sont rudimentaires et les cirres dorsaux absents, les formes sexuées ♂ et ♀ ont une deuxième région avec cirres dorsaux bien développés et cylindriques, comme chez les Autolytes, pieds normalement développés avec soies composées et soies natatoires.

» La *Sacconereis* adulte de la Myrianide a 34 segments. Le sac ovigère s'étend du 11ᵉ au 24ᵉ segment. Il renferme 43 gros œufs orangés et opaques; il est de nature cuticulaire, à paroi très mince et transparente. La segmentation de l'œuf, dont j'ai suivi les premiers phénomènes, est épibolique. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune apidologique du sud-ouest de la France.* Note de M. **J. Pérez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le sud-ouest aquitanien de la France est exceptionnellement riche en Hyménoptères mellifères. Cette portion limitée de notre territoire contient, sur une surface vingt fois moindre, autant d'Abeilles que l'Allemagne tout entière, y compris les provinces allemandes de l'Autriche.

» Près de 500 espèces, exactement 489, réparties en 43 genres, composent cette riche population de Mellifères. Sur ce nombre :

» 66 sont exclusivement alpines, c'est-à-dire habitent exclusivement la montagne;

» 196 sont communes à la plaine et à la montagne;

» 227 sont propres à la plaine.

» D'où il résulte que :

» 196 + 66, soit 262, habitent la montagne;

» 196 + 227, soit 423, habitent la plaine.

» L'étude de cette faune apidologique, sa comparaison avec celle d'autres contrées, conduisent aux propositions suivantes :

» 1° Les Apiaires, et probablement la plupart des Hyménoptères, échappent par leur grande mobilité aux principales causes qui déterminent la spécialisation des faunes locales.

» 2° L'indifférence de la plupart de ces animaux, quant aux espèces végétales qui les nourrissent, ajoute encore à la facilité d'extension de leurs habitats.

» 3° Rarement une espèce se voit répandue d'une manière uniforme et continue sur toute l'étendue de l'aire limitée par ses habitats extrêmes. Cette continuité n'est guère le cas que d'un petit nombre d'espèces parmi les plus communes. Le plus souvent, les divers habitats d'une espèce se trouvent disséminés, séparés par des intervalles plus ou moins considérables, où elle paraît manquer totalement.

» Des différences dans les conditions locales, en tant que nature du sol et spécialité de la flore, ne peuvent rendre compte de cette dissémination discontinue de la majorité des espèces. Elle résulte de causes purement accidentelles qui, à un moment donné, ont dû anéantir tous leurs représentants dans telle localité où elles sont actuellement absentes. De tels changements n'exigent parfois qu'un temps très court pour se produire, et l'observation permet alors de les constater.

» 4° L'extension des espèces est, en général, fort vaste en longitude, beaucoup moins en latitude.

» D'un bout à l'autre de l'Europe, de l'ouest à l'est, on voit se répéter à très peu près les mêmes espèces. La très grande majorité des espèces occidentales se retrouvent en Russie. Au delà du Caucase et de l'Oural, la faune des Mellifères ne se modifie encore que très lentement, si bien que près des trois quarts des Mellifères de la Mongolie sont des espèces européennes. Celles même de l'Europe occidentale y comptent pour près de la moitié.

» Suivant le sens d'un méridien, la population des Mellifères, beaucoup

plus variable que dans le sens d'un parallèle, se modifie encore bien plus lentement qu'on ne pourrait s'y attendre. Sans doute, en descendant du nord au sud, à partir de l'Angleterre ou de la Scandinavie vers la Méditerranée, on voit, pour ainsi dire à chaque pas, surgir des espèces inconnues dans les régions septentrionales, et ces apparitions successives finissent par modifier sensiblement la faune. Mais ce qu'il y a de remarquable, c'est la longue persistance des espèces septentrionales, la lenteur de leur disparition à mesure que l'on avance dans le Midi, en sorte que les espèces qui s'ajoutent font bien plus que compenser celles qui disparaissent. Le tiers au moins des espèces septentrionales traversent l'Espagne, l'Italie, la Sicile, franchissent la Méditerranée et pénètrent dans la Barbarie.

» Pour ce qui est du Sud-Ouest, des 193 espèces qui habitent les Iles britanniques, toutes, sauf onze, se retrouvent dans l'Aquitaine; des 195 qui vivent en Scandinavie, 21 seulement n'y ont pas été rencontrées.

» Contre ces 170 ou 180 Abeilles septentrionales, 300 environ représentent l'apport propre au Sud-Ouest : 300 espèces acquises pour une vingtaine de perdues. C'est, en grande majorité, par des acquisitions nouvelles que la faune se modifie suivant la latitude; les pertes n'y contribuent que pour une part insignifiante.

» 5° Les Abeilles alpines du Sud-Ouest, c'est-à-dire les Abeilles qui, dans les Pyrénées, habitent exclusivement la montagne, ne comptent qu'une faible minorité d'espèces septentrionales. Le plus grand nombre sont inconnues dans le Nord, en sorte que l'altitude n'augmente pas les analogies de la faune apidologique alpine avec la faune septentrionale.

» Il n'y a pas lieu d'admettre, pour les Apiaires, l'existence des zones parallèles de latitude et d'altitude, ainsi qu'il en a été reconnu pour les plantes.

» 6° Des espèces alpines de l'Aquitaine, les unes, en d'autres contrées, habitent la plaine; certaines sont même tout à fait méridionales, étonnants emprunts faits à l'Italie et à la Sicile, à l'Espagne, à l'Algérie; un petit nombre (Bourdons des hauteurs, etc.) n'ont jamais été observées qu'à une altitude élevée. Même pour celles-ci, une expérience semble prouver que leur cantonnement sur les hauteurs n'implique pas chez elles l'impossibilité de s'adapter au climat et à la flore des basses régions, mais plutôt l'incapacité de se soustraire à certaines conditions biologiques extérieures, difficiles à déterminer, mais parmi lesquelles les parasites, les ennemis de toute sorte, entrent pour une part considérable. »

GÉOLOGIE. — *Relations entre la déformation actuelle de la croûte terrestre et les densités moyennes des terres et des mers.* Note de M. **A. Romieux**, présentée par M. Daubrée.

« MM. Penck et Supan, reprenant les travaux de M. John Murray, ont publié en 1889 (*Mittheilungen*, I, p. 17) de nouvelles évaluations de l'altitude moyenne des terres et de la profondeur moyenne des mers. M. Supan y a joint une courbe figurant la loi de variation du moyen relief de la croûte terrestre en fonction de la superficie horizontale occupée. Cette courbe, par son harmonieuse et fort remarquable régularité, semble attester à la fois l'approximation des documents qui l'ont fournie et l'existence de lois simples pour la déformation dont elle est l'image schématique.

» L'examen de ces diverses données montre qu'il paraît exister *de fait*, entre les éléments caractéristiques de la déformation actuelle et les densités moyennes des terres et des mers, plusieurs relations singulières qui méritent d'être retenues.

» Les voici, en désignant par *surface* ou *volume d'équidéformation* la surface du niveau moyen du dessus de la croûte solide et les volumes équivalents de *déblai* marin et de *remblai* solide qu'elle sépare, *les superficies occupées par les mers et par les terres immergées paraissent être :*

» I. *Dans le même rapport que les racines carrées de la profondeur moyenne des mers et de l'altitude moyenne des terres immergées ;*

» II. *Dans le même rapport que la superficie totale de la surface d'équidéformation et la portion de cette superficie couverte par le remblai solide ;*

» III. *Dans le même rapport que le volume des mers et le volume d'équidéformation ;*

» IV. *En rapport inverse des densités des mers et des terres.*

» Voici maintenant la justification de ces formules :

» Les superficies des mers et des terres et l'altitude moyenne des terres sont les éléments les mieux connus de la déformation terrestre. Prenons les évaluations de M. Supan, qui sont respectivement 69,9 pour 100 et 30,1 pour 100 de la superficie totale et 680^{m} pour l'altitude moyenne ; puis calculons par la formule (I) la profondeur moyenne des mers. Nous trouvons 3667^{m}, au lieu de 3650^{m} que M. Supan a calculés directement avec une incertitude bien probablement supérieure à 17^{m}.

» En appliquant la formule (II), la portion remblayée de la surface d'équidéformation aurait une superficie égale à 43,1 pour 100 de la superficie totale. Or la courbe de M. Supan donne graphiquement 43,7 pour 100 environ : le désaccord est assurément bien acceptable.

» Pour la formule (III), nous avons évalué sur la courbe schématique les nombres de millimètres carrés qui y représentent les volumes des mers et des terres. La formule nous a donné alors, pour le volume d'équidéformation, un nombre affecté seulement d'une erreur relative de $\frac{1}{56}$ en moins par rapport à celui que nous avons obtenu d'autre part en réalisant graphiquement l'équilibre du déblai et du remblai.

» Enfin calculons le rapport de la densité des terres à la densité marine, en associant la formule (IV) à chacune des trois autres et en n'employant, bien entendu, que les évaluations directes de M. Supan ou celles que fournit sa courbe. Nous obtenons, au moyen de

	(I) et (IV).	(II) et (IV).	(III) et (IV).	(IV).
Les valeurs......	2,317	2,288	2,283	2,322

lesquelles diffèrent au plus de 0,02 de leur moyenne 2,303. Celle-ci, multipliée par la densité moyenne 1,028 des mers (Elisée Reclus, *la Terre*, 2e vol.), donne pour la densité moyenne des terres 2,37, *valeur très plausible d'après les densités des roches connues.*

» Des relations ainsi établies se déduisent immédiatement certaines conséquences intéressantes, telles que celles-ci :

» *Les volumes des mers et des terres émergées sont en raison inverse des cubes des densités, et par suite leurs poids en raison inverse des densités, etc.*

» *Le volume d'équidéformation prendrait une hauteur moyenne égale à l'épaisseur uniforme d'eau qui couvrirait la croûte non déformée, si on le répartissait sur la portion remblayée de la surface d'équidéformation* [1]; *cette hauteur serait égale à la profondeur moyenne actuelle des mers, si la répartition était faite sur la superficie horizontale des terres émergées.*

---

[1] Par sa répartition sur la portion déblayée de cette surface, on obtient un fond moyen de déblai qui se trouve coïncider précisément, d'après la courbe schématique, avec le niveau jusque auquel le bassin marin serait comblé si l'on y remettait la masse des terres émergées.

Parmi d'autres coïncidences curieuses, on peut citer ce fait que les profondeurs maxima et moyenne des mers sont entre elles très sensiblement comme les densités des terres et des mers. La presque égalité des maxima de profondeur et d'altitude fait dès lors, d'après (I) et (IV), que le rapport des altitudes maxima et moyenne est le cube du précédent.

» Mais la conséquence la plus remarquable, parce qu'elle pourrait être l'expression simple d'une condition d'équilibre que la déformation tend à réaliser, c'est que :

» V. *Le poids des mers paraît être égal au produit du volume d'équidéformation par la densité des terres.*

» Cet énoncé diffère essentiellement de la relation analogue formulée en 1878-79 par M. Krümmel, d'après des données hypsométriques que les évaluations ultérieures ont profondément modifiées.

» On peut le transformer en disant que *le poids des mers paraît égal au poids de la matière rocheuse déplacée par la déformation*. Mais peut-être serait-il plus fécond de le présenter ainsi :

» La déformation s'est faite comme si, *la masse marine flottant à la façon d'un bateau sur le bain ignéo-fluide interne par l'intermédiaire d'une enveloppe solide continue dont le poids n'aurait pas à intervenir dans ce flottement,* la condition corrélative imposée à la déformation de cette enveloppe avait été *que sa capacité devînt égale au volume nouveau de la masse ignéo-fluide majoré d'une quantité équivalente en poids à la masse des mers.*

» Sans insister ici sur une interprétation qui, conduisant à se demander s'il n'y a pas des gaz sous l'enveloppe, nous lancerait en plein inconnu, remarquons, au contraire, que l'égalité de poids constatée (V) n'est point une hypothèse plus ou moins gratuite, *mais un fait actuel très probable*. Il se pourrait d'ailleurs qu'il y eût là une loi permanente de la déformation; car la forme de la courbe de M. Suban pour les faibles profondeurs maxima laisse présumer que la zone de sédimentation est située, tout aussi bien que la zone de dénudation, au-dessus du niveau (-2360^m environ) de la surface d'équidéformation; en sorte que le jeu des phénomènes dus aux agents géologiques extérieurs ne modifierait pas sensiblement le volume d'équidéformation, ni son poids, en présence du poids, sans doute à peu près constant, des mers. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'histoire géologique du Sahara.* Note de M. **Georges Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un essai de Carte géologique d'ensemble du Sahara, depuis l'océan Atlantique jusqu'à la mer Rouge, depuis l'Atlas et la Méditerranée jusqu'au Soudan. Pour dresser cette Carte, j'ai utilisé la Carte géologique de l'Afrique occidentale par M. O. Lenz [1],

---

[1] *Mittheilungen*, 1882.

ESSAI D'UNE CARTE GÉOLOGIQUE DU SAHARA

DE L'ATLANTIQUE A LA MER ROUGE

Dunes de sable.

Quaternaire et Pliocène.

Miocène moyen.

Eocène moyen et inférieur.

Craie moyenne et sup.re

Grès de Nubie.

Terrains paléozoïques.

Terrains cristallins anciens.

Formations volcaniques récentes.

Dressé par M. G. Rolland

ma propre Carte géologique de l'Atlas au Ahaggar et du Maroc à la Tripolitaine ([1]), la Carte géologique des déserts libyque et arabique par M. K. Zittel ([2]), puis, dans une certaine mesure, la petite Carte géologique du Sahara, entre le Maroc et la mer Rouge, par M. E. Suess ([3]), et enfin divers renseignements tirés des relations de voyages au Sahara.

» On voit que ce qui prédomine de beaucoup à la surface du Sahara, ce sont les terrains paléozoïques, au milieu desquels apparaissent des îlots de terrain primitif et de formations cristallines anciennes. Le terrain primitif et les terrains paléozoïques constituent également la masse principale du grand Atlas marocain, concurremment avec les terrains triasiques.

» Pendant le Dévonien, la mer recouvrait en majeure partie le Sahara occidental et central. Un mouvement d'émersion se produisit ensuite dans le Sahara central, où le terrain carbonifère est à peine représenté; puis l'émersion définitive du Sahara occidental eut lieu à la fin du Carbonifère. Quant au grand Atlas marocain, il n'a cessé, à partir du Jurassique, de former, au nord-ouest du continent africain, un promontoire saillant.

» Un mouvement inverse d'immersion se produisit pendant le Crétacé dans le nord du Sahara central. Les couches de la Craie moyenne règnent avec continuité dans le Sahara algérien et tripolitain, le Cénomanien reposant directement sur le Dévonien, tant à l'ouest qu'au sud.

» Pour ce qui est, d'autre part, du Sahara oriental, ses régions méridionales sont occupées par la grande formation sans fossile des grès de Nubie, sur l'âge de laquelle on discute depuis longtemps. Cette formation repose directement, au sud et à l'est, sur les terrains cristallins anciens; sur elle repose, au nord, en concordance apparente, le Cénomanien.

» En résumé, pendant le Cénomanien, la Méditerranée recouvrait l'Atlas algérien et tunisien, le Sahara algérien et tripolitain, le nord du Sahara oriental. A l'ouest, elle baignait le flanc du grand Atlas marocain, au nord duquel un canal la faisait déjà communiquer avec l'Atlantique. Au sud-ouest, elle s'arrêtait aux confins du Sahara occidental, qui s'interposait alors entre deux régions maritimes. Au sud, ses rivages traçaient une ligne sinueuse sur le versant du Sahara central et au travers du Sahara oriental.

([1]) Première édition, 1881 (*Bull. Soc. géol. Fr.*), et deuxième édition, 1888 (*Ass. fr. p. av. des Sciences*).

([2]) *Acad. des Sciences de Munich*, 1880.

([3]) E. Suess. — *Das Antlitz der Erde*, 1885.

A l'est, elle baignait le pied du grand massif cristallin des régions limitrophes de la mer Rouge.

» Le tableau ne varia guère pendant le reste de la Craie moyenne et pendant la Craie supérieure, vers la fin de laquelle commença un mouvement général et progressif d'exondation du Sahara septentrional.

» Dès la fin du Crétacé, le Sahara tripolitain était entièrement émergé. L'émersion du Sahara algérien et tunisien était également achevée avant la fin de l'Éocène inférieur. Quant à la zone adjacente, actuellement occupée par l'Atlas algérien et tunisien, son émersion fut postérieure ; de plus, tandis que dans le Sahara il y avait eu soulèvement d'ensemble, l'Atlas fut le siège d'une série d'actions mécaniques qui plissèrent fortement ses strates (discordance entre le Nummulitique et les formations sous-jacentes, soulèvement entre le Nummulitique et le Miocène, retour de la mer helvétienne, etc.). Finalement le soulèvement principal et les ridements caractéristiques de ce massif montagneux se produisirent à la fin du Miocène moyen. Dès lors, la Méditerranée fut rejetée au pied nord de l'Atlas : la démarcation fut tracée par une zone de dislocation, qui longe le littoral actuel et à laquelle correspond l'effondrement du canal de Gibraltar.

» A l'est de la zone saharienne, d'autre part, la Méditerranée nummulitique s'avançait encore, sous forme d'un large golfe, dans la partie orientale du désert libyque et dans le désert arabique, et ce golfe persista jusque vers la fin de l'Éocène moyen ; alors seulement la mer se retira, et le Sahara oriental émergea tout entier. Depuis lors, il est demeuré terre ferme, sauf un retour, de très courte durée, de la mer du Miocène moyen dans le nord des déserts libyque et arabique. Enfin la mer Rouge est due, d'après M. Suess, à un grand effondrement de voussoir, de date fort récente, coupant en son milieu le massif primitif interposé entre l'Afrique et l'Asie.

» D'une manière générale, toute l'Afrique du Nord, tout l'Atlas et tout le Sahara, de l'Atlantique à la mer Rouge, font partie, ou à très peu près, du continent africain depuis la fin du Miocène moyen.

» Pendant le Pliocène et le Quaternaire, l'histoire géologique du Sahara est caractérisée surtout par son climat. Un climat très humide épancha sur sa surface des masses énormes d'eaux diluviennes, qui déblayèrent ici et remblayèrent là sur une échelle colossale (atterrissements sahariens). Puis les eaux se retirèrent graduellement, et les ancêtres de l'homme durent voir un Sahara constellé de lacs et de volcans en éruption. Enfin, de très humide, le climat du Sahara en arriva peu à peu à devenir extrêmement sec : c'est lui qui a fait le désert actuel et ses grandes dunes de sable. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les sondages du lac d'Annecy*. Note de MM. A. Delebecque et L. Legay, présentée par M. Daubrée.

« Dans le courant de l'année 1890 nous avons sondé le lac d'Annecy, avec le concours de MM. Garcin, conducteur adjoint, et Magnin, commis des ponts et chaussées. Le nombre des coups de sonde a été de 3339, soit 123 par kilomètre carré. Nous avons pu ainsi déterminer très exactement le relief du lac, qui était fort mal connu. Voici les principaux résultats de ce travail.

» Le lac d'Annecy (superficie 27^{km} carrés, altitude à l'étiage $446^m,525$) se compose de deux bassins séparés par une barre extrêmement aplatie. Le bassin du Nord a une longueur de 10^{km}, une largeur maximum de $3^{km},5$ et une profondeur de $64^m,70$; celui du sud a une longueur de 4^{km}, une largeur maximum de $1^{km},5$ et une profondeur de $55^m,20$. Sur la barre, la profondeur est de $49^m,30$.

» Cette barre occupe une position remarquable.

» L'inspection de la Carte d'État-Major ou de la Carte sarde au $\frac{1}{50000}$ montre en effet que la montagne de Duingt se prolonge dans le lac en y formant un promontoire très saillant. Ce promontoire plonge jusqu'à une profondeur de 17^m et se relève ensuite, à 200^m de la côte, pour former le haut fond du Roselet. En ce point, le lac subit un rétrécissement important; étranglé entre les montagnes de Duingt et d'Entrevernes au sud, la montagne de Veyrier et le roc de Chère au nord, il est le type du lac de cluse. La barre séparatrice des deux bassins n'est pas, comme on pouvait s'y attendre, le prolongement de la montagne de Duingt; elle est rejetée 1500^m au nord-ouest.

» L'inclinaison des talus du lac est en général de 15° à 25°, sensiblement égale à celle des montagnes qui l'environnent. Sur le versant est du promontoire de Duingt, le rocher plonge avec une pente de 60°. Au pied du roc de Chère, le talus est à peu près vertical : à 2^m du bord, la sonde accuse 42^m de profondeur. C'est un des plus magnifiques escarpements qu'il soit possible de rencontrer.

» Le fond du lac d'Annecy est remarquablement plat; chacun des deux bassins qui le composent a le plafond horizontal caractéristique des lacs alpins. Les seuls accidents que l'on rencontre sont (dans le bassin du nord) :

» 1° Deux hauts fonds en face de Sévrier (rive ouest). Le premier, dit

crêt de Châtillon, se trouve à 900^m de la côte; la profondeur y est de $3^m,30$, les fonds voisins étant de 40^m. Sur le second, qui est à 600^m du rivage, la profondeur est de $8^m,60$, les fonds voisins étant de 25^m à 30^m.

» Ces deux hauts fonds sont vraisemblablement des moraines, analogues à celles qui sillonnent la rive ouest du lac.

» 2° Un trou, dit le Boubio, situé à 800^m d'Annecy et à 200^m de la rive ouest. Ce trou, qui s'ouvre par des fonds de 25^m à 30^m et dont l'orifice forme une ellipse ayant pour longueurs d'axes 200^m et 250^m, a une profondeur d'au moins $80^m,60$, soit 16^m de plus que le plafond du lac. Les parois, peu inclinées près de l'ouverture, atteignent près du fond une pente de 40°. Le fond même est rocheux, ainsi que nous l'avons constaté avec le savant professeur Forel, qui a bien voulu nous aider dans nos recherches. Cette absence de vase au fond, en même temps que l'uniformité de la température dans toute l'étendue du trou, nous fait supposer qu'il y a là un écoulement de l'eau du lac. Nous aurons à revenir ultérieurement sur ce point. Disons seulement aujourd'hui qu'aucun trou de ce genre n'avait été découvert dans les grands lacs alpins.

» Tous ces résultats sont mis en évidence sur une carte au $\frac{1}{20000}$, dressée par courbes isobathes espacées de 5^m. Il est regrettable que la petite échelle des cartes d'État-Major ne nous ait pas permis de représenter également la contrée avoisinante, ce qui serait d'un très grand intérêt pour l'étude du lac. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la millérite de Morro-Velho, province de Minas-Geraes (Brésil).* Note de S. A. Dom **Pedro Augusto de Saxe-Cobourg-Gotha**, présentée par M. Daubrée.

« Le nickel n'était pas connu au Brésil jusqu'à présent, à part toutefois dans de certaines météorites et surtout celle de San Francisco do Sul, à Santa Catharina, envoyée en Angleterre comme minerai. Je puis signaler un sulfure de ce métal dans les filons de Morro-Velho, ce qui offre un certain intérêt.

» D'après les analyses rapides que j'ai pu faire, l'échantillon doit être rapporté à la *millérite* (Ni S); car la solution en vert est caractéristique. Une légère réaction de fer s'est produite aussi.

» Ce sont de petits cristaux de 2^{mm} à 3^{mm} de long, cannelés, prismatiques, souvent aciculaires et d'un jaune de bronze avec irisations, dont

plusieurs à sommet tout à fait défini. Des événements récents m'ont empêché d'en faire une étude plus approfondie, mais un examen sommaire m'a permis de vérifier les prismes e^2 et d^1.

» Plusieurs de ces aiguilles ont leur sommet surmonté par des cristaux octaédriques de chalcopyrite et même par des macles entre deux prismes quadratiques pyramidés de ce sulfure de cuivre.

» La millérite est associée à des cristaux de quartz, de dolomie, de sidérose et de pyrrholine.

» Cette dernière espèce contient souvent un peu de nickel et se présente en tables hexagonales superposées avec de curieux phénomènes de croissance. Ses inclusions de millérite dans la dolomie et la sidérose sont assez fréquentes.

» J'espère présenter plus tard des observations détaillées à l'aide des divers spécimens qui ne sont pas actuellement à ma disposition. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'offrétite, espèce minérale nouvelle.* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« La christianite est très abondante dans le basalte du mont Simionse, près de Montbrison; mais on y trouve en même temps en très petite quantité de la chabasie et une zéolite nouvelle que je propose d'appeler *offrétite,* la dédiant à M. Offret, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon; sur plus de 60^{kg} de la roche, c'est à peine si j'ai pu retirer, après plusieurs semaines de patience, $1^{gr},50$ environ de la dernière de ces zéolites.

» Quoi qu'il en soit, l'offrétite se présente sous la forme de petits cristaux incolores, limpides et brillants, d'apparence hexagonale régulière. Ils sont parfois isolés dans les vacuoles du basalte; mais, le plus souvent, ils en tapissent les parois d'hémisphères radiés ou de cristallisations continues très adhérentes à la roche. Les cristaux isolés n'ont guère plus d'un quart à un tiers de millimètre d'épaisseur et trois quarts de millimètre à 1^{mm} de longueur. Ils ne portent aucune modification sur les arêtes de la base ou les côtés du prisme. Leur base est souvent creusée des bords vers le milieu, et, alors, le prisme est légèrement renflé, prenant la forme de barillet, comme il arrive pour la campylite. Les côtés du prisme sont alors striés, suivant la longueur, ce qui indique des groupements complexes.

» L'offrétite est fragile, et il est difficile, à cause de cela et de la petitesse des cristaux, d'obtenir de bonnes plaques. Clivage perpendiculaire à la base, cassure vitreuse.

» Elle polarise faiblement la lumière. Les cristaux s'éteignent en long; le signe d'allongement est positif, les lames perpendiculaires à l'axe offrent des secteurs analogues à ceux que donne l'herschélite.

» En dehors de ces groupements complexes, l'offrétite m'a montré une macle orthogonale.

» La densité de cette zéolite est de 2,13.

» A la flamme du chalumeau, l'offrétite blanchit et fond en un émail blanc sans bouillonnement; avec le sel de phosphore, elle se désagrège lentement et donne le squelette de silice; chauffée dans le tube à essai, elle laisse dégager de l'eau. Elle est très difficilement et incomplètement attaquée par les acides, à chaud aussi bien qu'à froid. Fondue avec du carbonate de chaux pur, elle donne un verre homogène d'un brun très pâle, légèrement verdâtre dans la cassure (cette coloration tient évidemment à quelques impuretés).

» Les essais microchimiques ont indiqué la présence de l'alumine, de la chaux et de la potasse, mais non de la soude.

» L'analyse, faite sur $0^{gr},5442$ de matière, m'a donné les nombres suivants :

		Oxygène.	
Silice..........	52,47	27,98	
Alumine.......	19,06	8,90	
Chaux.........	2,43	0,69	2,00
Potasse........	7,72	1,31	
Eau...........	18,90	16,80	
Total........	100,58		

» Les résultats de cette analyse peuvent être représentés par la formule

$$(K^2, Ca)^2 Al^3 Si^{14} + 17 Aq.$$

» L'offrétite ne peut guère être rapprochée que de la herschélite, à cause de la forme des cristaux des deux espèces et de leurs propriétés optiques; mais sa composition chimique l'en éloigne pour la placer à côté de la christianite. La création de cette espèce me semble donc justifiée. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les enclaves du trachyte de Menet (Cantal), sur leurs modifications et leur origine.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Fouqué.

» En parcourant le Cantal pour recueillir des documents sur les modifications subies par les roches anciennes enclavées dans les roches volca-

niques, j'ai étudié le gisement de Menet, remarquable par le grand nombre et la variété des blocs enclavés dans le *trachyte à anorthose* ([1]). Ce dernier recouvre les gneiss. Les enclaves sont surtout abondantes dans les carrières de Lieucamp, Menoyre et dans les tufs de Brocq. Elles peuvent être divisées en deux groupes : 1° *gneiss* et *pegmatite*, 2° roches blanches constituées en grande partie par du feldspath vitreux.

» *Modifications subies par le gneiss.* — Ces modifications sont du même ordre que celles que j'ai décrites au Capuçin (Mont-Dore). Les zones quartzofeldspathiques du gneiss sont résorbées, la roche est imprégnée d'orthose sodique de nouvelle génération qui souvent vient cristalliser autour de débris de feldspaths anciens en cristaux rectangulaires, associés à la *tridymite*, rarement à l'*hypersthène* et la *pseudobrookite :* dans quelques échantillons, l'*ægyrine* est en outre abondante. Ces minéraux se développent également dans les cavités incomplètement remplies, en cristaux distincts accompagnés de pyroxène monoclinique. La roche régénérée est grenue et très semblable aux sanidinites décrites plus loin.

» Les fragments de pegmatite enclavés sont formés de quartz violacé et d'orthose. Ces minéraux sont *étonnés,* peu cohérents, remplis d'une quantité prodigieuse de bulles gazeuses, indiquant qu'ils ont été chauffés à une température voisine de celle de leur fusion. Lorsqu'on examine le bord des feldspaths, on voit qu'ils sont crénelés; les clivages $p(001)$ et $g^1(010)$, en se produisant, donnent naissance à de petits solides rectangulaires, séparés du cristal dont ils proviennent par des produits colloïdes ou par des feldspaths sodiques de nouvelle génération, qui donnent naissance à une sanidinite grenue.

» *Sanidinites.* — Les roches à feldspaths vitreux sont blanches, elles se brisent et s'émiettent facilement. On peut y distinguer trois types :

» 1° *Sanidinites à sodalite.* — Ces roches, plus cohérentes que les autres, n'ont été trouvées que dans les tufs de Brocq. Elles sont constituées par des associations microperlitiques d'orthose et d'anorthose,

---

([1]) Le trachyte de Menet est blanc grisâtre, poreux, âpre au toucher; par ses caractères extérieurs, il se rapproche des trachytes du Puy-de-Dôme; sa composition pétrographique, au contraire, rappelle celle des *trachytes à ægyrine* des Açores et celle des *phonolites feldspathiques* du Plateau central. L'anorthose est constante. Je désigne cette roche sous le nom de *trachyte à anorthose*, réservant le nom de *phonolite feldspathique* aux roches ayant une composition voisine, mais possédant les *caractères physiques* bien connus de la phonolite proprement dite (séparation en dalles, sonorité, etc.). L'*ægyrine microlitique* est souvent très abondante dans ces roches, mais, comme elle manque parfois, on ne peut s'en servir pour caractériser la roche.

aplaties suivant $g^1(010)$ et présentant une *structure microlitique* dont les intervalles sont remplis par un minéral du groupe de la *sodalite*. Le *zircon*, le *sphène*, la *pyrrhite* y sont abondants en cristaux nets associés à une biotite foncée. Ces roches, qui rappellent les *syénites néphéliniques*, sont comparables aux sanidinites à noséane du lac de Laach.

» 2° *Sanidinites* proprement dites. — Ce sont les enclaves les plus abondants à Lieucamp et à Menoyre. Elles sont constituées en grande partie par de l'orthose ou de l'anorthose, grenues ou microlitiques (mais, dans ce dernier cas, leurs intervalles restent vides). La *biotite* très altérée, le pyroxène vert clair y sont fréquemment accompagnés de beaux cristaux rouges de *zircon* [$m(110)$, $h^1(100)$, $b^1(112)$, $a^2(312)$] rappelant ceux d'Espaly, de *sphène* [$d^{\frac{1}{2}}(111)$, $p(001)$, $h^1(100)$]. Une variété intéressante de cette roche renferme des cristaux bleus de *corindon* (saphir) [$a^1(0001)$, $e^2(10\bar{1}0)$] atteignant 1^{cm}.

» *Modifications subies par ces sanidinites*. — Ces modifications se résument dans la transformation des feldspaths par un procédé analogue à celui qui a été décrit plus haut. Les feldspaths sont souvent remplis d'inclusions gazeuses. La roche résultant de la transformation est constituée par un mélange de fragments rectangulaires de feldspaths anciens *démolis* et de cristaux récents d'orthose sodique, accompagnés d'*ægyrine*. Dans beaucoup de cas, on voit en outre le trachyte pénétrer dans l'enclave et la disloquer plus ou moins complètement. Il y a grande analogie dans le résultat final de la transformation des roches quartzifères anciennes et de celle des sanidinites. J'ai trouvé des fragments sur la nature desquels on aurait pu hésiter s'ils n'avaient renfermé encore de petits fragments de quartz et d'orthose ancienne [1] indiquant leur véritable nature.

» 3° Le dernier type est composé de pyroxène, d'amphibole brune, de biotite, d'oligoclase et d'apatite. Des roches analogues sont souvent enclavées dans les trachytes et andésites du Plateau central.

» *Origine de ces enclaves*. — Il n'y a pas lieu de discuter l'origine des gneiss et pegmatites qui ont été à l'évidence arrachés en place au moment

---

[1] Ces échantillons sont riches en cavités primitivement occupées par le quartz; on y trouve de nombreux cristaux de *tridymite* verdâtre, de *zircons* roses [$b^1(112)$ et quelquefois trace de $m(110)$] identiques à l'azorite de Teschemacher, implantés sur de délicates aiguilles d'ægyrine, enfin de *sphène*, allongé suivant l'axe vertical. Ces deux minéraux diffèrent complètement par leur forme des cristaux anciens de même espèce contenus dans la roche.

de l'éruption du trachyte; il n'en est plus de même pour les sanidinites, qui ne répondent à aucun type connu en place en Auvergne. Il a une analogie remarquable entre les éléments du premier temps du trachyte et les minéraux constitutifs des sanidinites enclavées. Il est même probable qu'une partie des grands cristaux du trachyte provient de ces enclaves; aussi est-il naturel de penser que ces *sanidinites* représentent la forme de profondeur de ce trachyte. Les feldspaths des sanidinites renferment souvent des inclusions gazeuses identiques à celles que l'on observe dans ceux des pegmatites enclavées : il faut donc admettre qu'une partie de ces *sanidinites* non seulement provient du même magma que le trachyte, mais encore formait une *roche cohérente solidifiée* au moment de l'éruption qui les a portées au jour. La proximité de véritables *phonolites néphéliniques* (Vensac) et des tufs de Brocq fait penser que les *sanidinites à sodalite* de ce gisement sont les formes de profondeur de ces mêmes phonolites. Cependant l'origine de ces sanidinites n'est pas unique, ainsi qu'en témoignent les enclaves de gneiss et de pegmatite transformées dans le cours de l'éruption et sous l'action du trachyte en roches identiques aux sanidinites proprement dites.

» Ce fait me semble avoir une certaine importance théorique, car il fait entrevoir la possibilité de la formation en profondeur de roches granitoïdes feldspathiques (non quartzifères) par l'action des matières volcaniques sur des roches quartzifères préexistantes. Quant au procédé même par lequel ces transformations ont été effectuées, il doit sans doute être cherché dans des réactions analogues à celles qui ont permis à MM. Friedel d'obtenir de l'orthose par la réaction de solutions alcalines [1] sur des silicates préexistants. Cette formation en présence d'alcalis expliquerait la disparition du quartz dans les roches modifiées. »

GÉOLOGIE. — *Sur la distinction de deux âges dans la formation des dunes de Gascogne.* Note de M. E. **Durègne**, présentée par M. Fouqué.

« Les auteurs de la Carte géologique de la France, et après eux tous les géologues qui ont eu à s'occuper de la région des Landes, ont classé la chaîne littorale des dunes dans une seule catégorie, celle des alluvions récentes et contemporaines.

---

[1] Dans notre cas particulier, on pourrait invoquer l'action de magmas alcalins fondus.

» Cette opinion a d'autant plus de vraisemblance et se discute d'autant moins que chacun sait que les grands travaux de fixation entrepris à la fin du siècle dernier sont à peine achevés.

» Il n'en est pourtant pas ainsi, d'une manière générale du moins, et la présente Note a pour objet d'attirer l'attention sur un nombre fort important de témoins qui attestent l'existence d'une chaîne de dunes que j'appellerai *primaires* et dont la formation paraît devoir remonter au début du quaternaire, ou tout au moins à un âge différencié absolument du nôtre par les conditions géographiques et météorologiques.

» Ces groupes de dunes, dont la constitution minéralogique ne diffère en aucune façon de celle des dunes récentes, atteignent des hauteurs de 30^{m} à 75^{m}. Elles sont recouvertes d'une végétation forestière très intense et très variée, dans laquelle il y a lieu de citer en première ligne le pin maritime, puis le chêne, l'arbousier, le houx, la fougère, etc. Aussi la proportion d'humus y est-elle comparable à celle des localités de la région du plateau landais où la végétation semble s'être maintenue depuis l'origine de la formation.

» Quelle que soit l'époque à laquelle les dunes primaires ont été boisées, elle est certainement antérieure à l'histoire et ces forêts d'arbres résineux ont été exploitées par les populations primitives, qui y ont laissé les traces de leur outillage en silex, puis par les Boïens, les Cocosates, etc.

» Actuellement, les témoins qui en subsistent portent partout, de la Gironde à l'Adour, le nom de *montagne*.

» Ce sont, du nord au sud : la montagne de Lacanau, la petite montagne d'Arcachon et la grande montagne de la Teste de Buch dans la Gironde; puis, dans le département des Landes : la montagne de Biscarrosse, la montagne de Saint-Girons, enfin toutes les dunes du Marensin, de l'étang de Léon à l'étang d'Orx, à l'exception, bien entendu, du cordon littoral bordant l'ancien lit de l'Adour jusqu'au Vieux-Boucau.

» Toutes ces dunes, dont la fixation est, comme je l'ai dit, très ancienne, sont rencontrées en discordance par les dunes récentes, et la constatation en est d'autant plus facile à faire que l'*orientation des dunes primaires* est *absolument différente* de celle de ces dernières.

» L'examen de la Carte de l'État-Major, feuilles de la Teste et feuille du Vieux-Boucau, fait ressortir, surtout pour cette dernière, une direction est-nord-est, ouest-sud-ouest qui est sensiblement perpendiculaire à la direction des dunes récentes qui s'avançaient vers l'intérieur, sous la direction du vent d'ouest.

» En particulier, on peut remarquer au nord de Messanges (Landes) une dune rectiligne, orientée comme ci-dessus, atteignant 60^m d'altitude et ayant une longueur dépassant 6^{km}. Au sud de l'étang de Soustous, dix-sept vagues de sable parallèles appartiennent à cette même formation.

» Il n'est possible d'expliquer ce déplacement considérable de matériaux du sud vers le nord, empruntés à une source sans cesse renouvelée, qu'en se plaçant à une époque où les vents régnants étaient dirigés à 90° de ceux de notre époque, le littoral présentant une forme différente avec des plages exposées au sud.

» Ces conditions, si dissemblables de celles de nos jours, ne permettent point de placer l'origine des dunes primaires dans l'époque actuelle. Remontent-elles à l'époque glaciaire ou post-glaciaire? C'est ce sur quoi vont maintenant porter nos recherches. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tornado du 18 août 1890 en Bretagne.* Note de M. G. **Jeannel**, présentée par M. Wolf.

« Le soir du 18 août, une terrible tempête éclata vers 7^h 15^m sur les confins de la commune de Piré (Ille-et-Vilaine) et ravagea en quelques minutes une zone longue de 16^{km} et large de 600^m à 800^m en moyenne, dirigée, à quelques sinuosités près, exactement du sud-ouest au nord-est. Le vent et l'électricité ont laissé des traces dont l'étude me paraît présenter un certain intérêt.

» I. On constate d'abord l'action d'un violent tourbillon de vent, tournant en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre et se transportant parallèlement à lui-même. Les arbres renversés forment, en effet, une sorte de graphique de la tempête, montrant à la fois par leurs orientations et par leur ordre de superposition lorsqu'ils sont tombés les uns sur les autres, que les premiers atteints ont cédé à un vent du sud-est et les autres à des vents qui ont tourné successivement suivant tous les rumbs, du sud-est au nord-ouest en passant par le nord. La zone dangereuse était à droite; la vitesse de giration était considérable et celle de translation relativement faible, car, même dans la zone maniable, de très gros arbres ont été déracinés ou brisés.

» La vitesse de translation évaluée par les heures de passage aux deux points extrêmes du territoire endommagé serait de 1000^m par minute. Mesurée par la durée du tourbillon en chaque point de sa trajectoire (trois

à cinq minutes), elle ne serait que de 200^m; mais ces nombres ne doivent être considérés que comme une très grossière approximation et leur écart s'explique par le peu de précision avec lequel le temps a été évalué.

» En certains endroits, le vent a rasé le sol; à d'autres, il ne s'est fait sentir très violemment qu'à une hauteur de 1^m à 2^m. Les vallées n'ont pas moins souffert que les plateaux. Certains arbres semblent avoir en quelque sorte avoir servi d'axe au tourbillon. Leurs branches, tordues près de leur point d'insertion, retombent pendantes sur les côtés et comme enroulées autour du tronc. Presque tous ont eu la tête emportée; quelques-uns, au contraire, ont gardé jusqu'à la plus petite des branches situées dans le prolongement de l'axe, alors que toutes les autres pendent tordues ou ont été arrachées.

» Le vent a formé tantôt un tourbillon unique occupant toute la largeur de la tempête, tantôt plusieurs tourbillons marchant de front.

» Les toits endommagés présentent une particularité remarquable. Dans la moitié droite de la zone, c'est le versant nord du toit qui a été atteint, le versant sud restant intact; dans la moitié gauche, au contraire, le versant nord n'a pas souffert et le versant sud a disparu. Le toit d'une grange présentait cette autre particularité que le versant nord, poutres comprises, avait disparu, tandis que sur le versant sud les ardoises restaient fixées aux voliges, mais relevées verticalement comme par un souffle puissant agissant de bas en haut. La symétrie de ces effets par rapport à la trajectoire semble indiquer qu'ils sont produits par le vent. On pourrait les attribuer à un mouvement d'aspiration de bas en haut, dont l'effort aurait été partiellement neutralisé du côté où le mouvement horizontal du vent tendait à appliquer des ardoises sur le toit; mais, si ce mouvement ascensionnel s'était produit, les débris auraient été emportés à une certaine distance, les branches arrachées aux arbres surtout seraient retombées loin du tronc. Or il n'en est rien. C'est à une vingtaine de mètres en moyenne que des branches, tombées d'une hauteur de 5^m à 8^m, ont été transportées. L'idée d'un mouvement ascensionnel général et quelque peu intense me semble donc devoir être écartée.

» II. *Phénomènes électriques*. — Toute la journée, le ciel était resté couvert de nuages bas, le temps était très orageux, très lourd, mais calme. Le tonnerre grondait sourdement. Sur tout le parcours, on a vu venir le tornado accompagné d'une multitude d'éclairs; dans tout le voisinage on l'a suivi des yeux, en jouissant, disent les témoins, d'un spectacle plus brillant que le plus beau feu d'artifice : « Heureusement qu'il a plu tout

» de suite, me dit une femme, sans quoi je crois que tout aurait brûlé. » L'odeur de la foudre a été constatée en maint endroit.

» A Rimon, une femme, allant chercher ses vaches dans le pré voisin, se voit environnée de flammes violettes sortant de terre, assez haut pour qu'elle se couvre la figure de son mouchoir, « de peur que ça lui brûlit les » yeux ». Un instant après le vent renversait tout. Près de là un fermier et ses domestiques ont vu, un instant avant la trombe, des éclairs rasant le sol. « Ça n'était que du feu partout; ça puait la foudre. » Avec cela un roulement continu de tonnerres, mais sans coups violents. Dix hommes qui travaillaient dans un champ voisin ont vu aussi des éclairs rasant le sol et ont été violemment roulés à terre.

» A Domagné, chez le Dr Pettier, des fenêtres exposées au nord et dont les persiennes étaient fermées ont eu quelques-unes de leurs vitres brisées. Les morceaux, extrêmement petits, ont été projetés presque horizontalement contre le mur opposé. On les a retrouvés réunis en un tas comme s'ils avaient été balayés à dessein. Toutes les vitres de la façade nord ont été couvertes d'une couche épaisse de poussière et de débris de toute sorte, comme si on les avait salies volontairement. Le docteur a remarqué de gros nuages d'une couleur étrange, venant de l'ouest et d'où tombaient, comme une pluie, des éclairs incessants. Tout à coup un bruit extraordinaire, indéfinissable, se fait entendre : tout est bouleversé autour de la maison, les sapins du jardin sont rasés, un gros tilleul se plie en deux, puis se redresse. Le docteur se précipite vers son jardin. A la porte, il éprouve une sorte d'oppression, une odeur infecte d'ozone le prend à la gorge, il se sent soulevé, non par le vent, il n'en fait plus, mais par une force mystérieuse qu'il pense être l'électricité. Il lui semble s'être trouvé au milieu d'une immense effluve électrique. M. le Dr Pettier est d'ailleurs un familier de la foudre : il a été deux fois déjà renversé par elle et il affirme qu'aucun coup de tonnerre n'a frappé sa maison et ne s'est fait entendre.

» Sur tout le parcours du tornado, une multitude d'arbres ont été brisés d'une manière qui ne peut être attribuée à l'action du vent. On peut les rapporter à trois types : 1° les chênes, fendus en deux du haut en bas sur une longueur de 7^m à 8^m; 2° les peupliers et les hêtres, déchiquetés sur une longueur de $1^m,50$ à $3^m,50$ en baguettes rectilignes, régulières, de même grosseur. Je citerai comme exemple un hêtre de $0^m,4$ de diamètre ainsi découpé en plus de 500 baguettes épaisses de $0^m,01$, larges de $0^m,02$ et longues de $3^m,50$; 3° les pins et les autres résineux, coupés transversalement, presque sans mâchure.

» Beaucoup d'arbres ont eu leur feuillage grillé.

» Si l'on rapproche les uns des autres ces différents faits, l'état électrique très prononcé de l'atmosphère avant la trombe, le feu Saint-Elme et les éclairs rasant le sol qui la précèdent et cessent sitôt qu'elle a passé, la masse énorme d'électricité mise en jeu, n'est-on pas induit à penser que l'électricité, loin de jouer un rôle secondaire, est peut-être la cause déterminante de la tempête.

» III. *Pluie et grêle.* — Sur tout son parcours, le tornado a été suivi d'une averse de quelques minutes. Il n'est pas tombé de grêle dans la région dévastée; mais, au moment où l'ouragan passait sur Domagné, des grêlons gros comme des noix tombaient à 2^{km} à l'ouest, couvraient le sol d'une couche qui a atteint 8 centimètres d'épaisseur et causaient de notables dommages sur une superficie d'une centaine d'hectares. »

M. G. **Seguy** adresse une Note relative au mouvement d'un radiomètre non vide d'air.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 décembre 1890.

Des variations de l'électricité atmosphérique à Perpignan. — L'influence de l'humidité sur le bifilaire magnétique et moyen de le corriger; par le Dr Fines. 1890; br. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

XXVIIe et XXVIIIe Bulletins météorologiques annuels du département des Pyrénées-Orientales publiés sous les auspices du département et de la ville de Perpignan; par le Dr Fines; années 1888 et 1889. Perpignan, Ch. Latrobe, 1889-1890; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Recherches sur les bases pyridiques, sur les bases quinoléiques et sur les pto-

maïnes; par M. Œchsner de Coninck. Montpellier, Gustave Firmin, 1889; br. in-4°.

Les Insectes nuisibles aux arbres fruitiers. Moyen de les détruire; par A. Ramé. — Ire Partie : *les Lépidoptères*. Paris, Roret, 1890; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Émile Blanchard.)

Précis d'hygiène appliquée; par le Dr Eugène Richard. Paris, Octave Doin, 1891; 1 vol. in-18. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Urines. — Dépôts. — Sédiments. — Calculs. — Applications de l'analyse urologique à la séméiologie médicale; par E. Gautrelet. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1889; in-18. (Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Du chimisme stomacal (digestion normale, dyspepsie); par Georges Hayem et J. Winter. Paris, G. Masson. 1891; in-18. (Présenté par M. Armand Gautier.)

Reproduction végétale et animale; par M. A. Lavocat. Toulouse, Douladoure-Privat, 1890; br. in-8°.

Rapport présenté par M. le colonel Teyssier *au sujet de l'ouvrage : « Études pratiques sur la vaccine », par* M. le Dr Paul Lalagade. Albi, G.-M. Nouguiès, 1890; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Catalogue des thèses soutenues devant l'École de Pharmacie de Paris 1815-1889; *par* le Dr Paul Dorveaux. Paris, H. Welter, 1881; br. in-8°.

Jacques-Louis Soret. *Notice biographique; par* Albert Rilliet. Genève, Aubert-Schuchart, 1890; br. in-8°.

Bulletin de la Société académique indo-chinoise de France; deuxième série, tome troisième. Paris, Ernest Leroux, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Gaston Tissandier. — *Souvenirs et récits d'un aérostier militaire de l'armée de la Loire*, 1870-1871. Paris, Maurice Dreyfous, 1891; 1 vol in-4°. (Présenté par M. Janssen.)

Les origines de Gaillac. — Le cimetière mérovingien du Gravas. — La grotte de Roset. — Le poudingue de Palassou; par M. A. Caraven-Cachin. 3 br. in-8°.

Catalogue of canadian Plants. Part V : *Acrogens; by* John Macoun. Montréal, William Foster, Brown et Co, 1890; 1 vol. in-8°.

List of canadian Hepaticæ, by WM HY PEARSON. Montréal, William Foster, Brown et Co, 1890; br. in-8o.

C.-V. RILEY. — *Insecticides and means of applying them to shade and forest trees. — The insectivorous habits of the english Sparrow. — Insects affecting the Hackberry (various species of Celtis)*; 3 br. in-8o.

Resultados del observatorio nacional argentino en Cordoba durante la direccion del Dr BENJAMIN A. GOULD, *revisados y publicados por el Director* Juan M. THOME; vol. XII: *Observaciones del año* 1879. Buenos Aires; 1890; in-4o.

Geschichte des Iodoforms; von Dr VICTOR WAGNER. — *Ueber die Indicationen zu operativen Eingriffen bei der Behandlung von Schussverletzungen in der ersten und zweiten Linie; von* Dr VICTOR WAGNER. Wien, 1890; Alfred Hölder; 2 br. gr. in-8o.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 29 DÉCEMBRE 1890.

M. Hermite prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

« La Science crée entre ceux qui s'y consacrent des sentiments d'estime et d'affection qui nous imposent le devoir de rappeler en ce moment la mémoire de nos Confrères dont la mort nous a séparés, les souvenirs qu'ils nous laissent, les travaux qui ont rempli et honoré leur carrière.

» M. Peligot, que nous avons eu le malheur de perdre le 15 avril, appartenait à l'Académie depuis trente-huit ans, comme Membre de la Section d'Économie rurale : il était l'un des plus anciens et des plus aimés parmi nous. Nous honorions en lui le rare exemple de l'illustration scientifique acquise par d'importantes découvertes et de services éminents rendus dans de hautes fonctions administratives. Peligot a été l'un des principaux chimistes de son temps, et il a occupé à la Monnaie les emplois de vérificateur, d'administrateur et de directeur des essais. C'est là que, après Gay-Lussac et Pelouze, il a passé de longues années, partageant son temps

entre le service journalier du laboratoire, et de difficiles recherches sur de nouveaux alliages, destinés à une refonte éventuelle de nos monnaies d'or et d'argent. Les plus hautes distinctions ont été la récompense des études de notre Confrère sur ces questions d'une importance capitale, et jamais elles n'ont été mieux méritées. Mais ces travaux étaient loin de suffire à son activité : Peligot occupait en même temps, avec le plus grand éclat, les chaires de Chimie du Conservatoire des Arts et Métiers et de l'École Centrale. Pendant quarante-deux ans à l'École Centrale et quarante-cinq ans au Conservatoire des Arts et Métiers, notre Confrère a enseigné sans interruption tous les principes sur lesquels reposent la Métallurgie, la Verrerie, la fabrication des produits chimiques, en répandant une foule de notions utiles et fécondes pour l'Industrie.

» Il laisse dans ces grands établissements le souvenir impérissable de ses leçons, où le sentiment profond du devoir s'unissait au talent d'un maître de la Science, et d'une bonté qui lui gagnait la reconnaissance et l'affection de ses élèves.

» Peligot a rempli aussi un rôle important et considérable au Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine. On lui doit une étude approfondie du plomb dans les vases qui servent aux usages domestiques, et il a contribué pour une grande part à en prévenir les dangers. Il s'est occupé de la composition des eaux de Paris, et a découvert un procédé simple de séparation des impuretés organiques qui s'y rencontrent. Les questions d'incommodité ou d'insalubrité qu'amène le voisinage des fabriques de produits chimiques ont été pour lui le sujet d'une foule de Rapports, et pendant plus de vingt-cinq ans son zèle éclairé n'a fait défaut à aucun des intérêts de la population parisienne.

» Nous retrouvons encore à la Société nationale d'Agriculture et à la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale le savant illustre, l'homme excellent qui leur a donné pendant un demi-siècle le concours le plus dévoué et le plus utile. Il y était associé à J.-B. Dumas, et continuait avec le grand chimiste une collaboration intime et affectueuse que la mort seule a interrompue. Cette collaboration avait commencé avec la carrière scientifique de Peligot, sur laquelle je jetterai un rapide coup d'œil.

» Les premières publications de notre Confrère ont pour objet les combinaisons de l'acide chromique avec les chlorures métalliques, les phénomènes auxquels donne lieu le contact de l'acide azoteux avec les protosels de fer, les circonstances remarquables que présente la distillation du

benzoate de chaux. Elles révèlent déjà ces rares qualités, si frappantes dans tous ses travaux, de conscience et d'absolue sincérité qui lui interdisent d'exagérer l'importance d'un résultat et de passer sous silence les points demandant de nouvelles recherches.

» Vient ensuite ce Mémoire célèbre sur l'esprit-de-bois que Peligot a l'insigne honneur de faire paraître en collaboration avec Dumas, où se trouve pour la première fois, formulée avec la généralité qu'elle comporte, la notion de fonction alcoolique. Il y est établi que l'alcool ordinaire, l'esprit-de-bois et l'éthal que Chevreul venait de tirer du blanc de baleine, possèdent un ensemble de propriétés communes qui résultent du mode de groupement de leurs molécules constituantes, résultat d'une importance capitale ouvrant une voie féconde où se sont multipliées les découvertes. L'alcool amylique de M. Cahours, l'alcool benzylique de M. Cannizaro, la glycérine ou l'alcool triatomique de M. Berthelot sont venus successivement se ranger dans le groupe des alcools homologues, peut-être le plus naturel et le mieux défini que présente encore la Chimie organique. Je renonce à énumérer tous les autres travaux de notre Confrère ; je rappelle seulement ses recherches sur l'acide hypoazotique, qu'il a isolé pour la première fois à l'état de pureté, ses études sur les vers à soie, ses Mémoires sur les matières minérales que les plantes empruntent au sol et aux engrais, sur la composition du thé et du blé, sur la betterave et les procédés industriels d'extraction du sucre. C'est à Peligot qu'est dû l'emploi, dans les raffineries, des sucrates de calcium, de barium et de strontium, dont nous avons peut-être moins profité qu'un pays voisin, où s'est fondée, sur ces nouveaux procédés, l'industrie prospère de la sucraterie, qui réussit à extraire, à l'état cristallisé, le sucre des mélasses.

» Dans ce champ si étendu des travaux de notre Confrère, les plus hautes questions de théorie se lient étroitement aux recherches qui ont pour but la pratique et l'industrie.

» En 1842, il fait la découverte mémorable de l'isolement d'un corps simple; l'uranium ajoute un nouveau terme à cette suite des éléments chimiques, qui ne cesse de s'accroître, et si on les range d'après la valeur croissante de leurs poids atomiques, il prend une place à part dans la série, la dernière.

» Le travail de Peligot a été admiré comme un modèle d'habileté et de pénétration, et ses résultats demeurent sans qu'il y ait été apporté aucune modification. Il en a poursuivi les conséquences dans la pratique en s'occupant ensuite du verre d'urane et de l'art du verrier auquel il a consacré

l'Ouvrage excellent qui a pour titre : « Le Verre, son histoire, sa fabri-
» cation. »

» Je viens de rappeler rapidement les travaux qui ont illustré le nom de notre Confrère; sa vie si pure, si complètement remplie par le dévouement au devoir et à la Science, restera dans nos souvenirs avec le sentiment de respectueuse affection que nous ont inspiré la droiture et l'élévation de son caractère.

» L'Académie a encore à regretter la perte de M. Hébert qui avait remplacé Charles Sainte-Claire Deville en 1877, dans la Section de Minéralogie.

» Notre éminent Confrère a commencé ses études de Géologie à l'époque où les grands travaux d'Élie de Beaumont semblaient avoir fait entrer la Science dans une phase nouvelle. Aux yeux de ses disciples enthousiastes, les lois de l'ordonnance générale du globe venaient d'être devinées par un effort du génie; le plan de l'édifice à reconstruire était définitivement connu, l'ambition du géologue devenait désormais de prévoir les faits au lieu de les constater. Témoin attentif des débats qui passionnaient alors les esprits, Hébert resta persuadé que la Géologie est avant tout une science d'observation; il choisit volontairement la voie qui paraissait alors la plus humble et qui semblait promettre le moindre avenir; il l'a suivie sans défaillance jusqu'à sa mort, et les honneurs qui ont couronné sa carrière scientifique, la célébrité toujours croissante de son nom, la considération dont il s'est vu entouré, lui ont suffisamment prouvé qu'il ne s'était pas trompé. Il a été à son tour, comme Élie de Beaumont, le maître incontesté de la Géologie en France, et il restera à nos yeux le représentant des progrès accomplis pendant une période de quarante années; pour une science qui date d'un siècle à peine, c'est près de la moitié de son histoire à laquelle le nom de notre Confrère se trouve associé.

» Ces progrès ne peuvent se résumer en quelques mots; Hébert s'est d'ailleurs toujours interdit les généralisations brillantes qui peuvent frapper les esprits. Le géologue doit reconstituer l'histoire de la Terre, son rôle est d'apprendre à connaître cette histoire et non de la raconter prématurément. Pour le bassin de Paris seulement, après avoir complété l'œuvre de Cuvier et de Brongniart, notre Confrère a esquissé les transformations du golfe qui pénétrait autrefois jusqu'au sud de notre capitale; il a montré les oscillations répétées qui déplaçaient ses rivages, les lagunes qui le prolongeaient, les lacs qui se sont succédé sur son emplacement,

les faunes sans cesse modifiées qui l'ont habité. Pour le reste de la France et pour l'Europe, que, dans des voyages répétés de l'Angleterre à la Russie, de la Suède à l'Italie, il a parcourue avec une ardeur infatigable, il s'est contenté d'amasser les documents et nul n'en a réuni d'un plus grand intérêt. La signification d'un fossile, l'identité de deux espèces ou le synchronisme de deux assises, tels étaient les problèmes qu'il s'attachait à résoudre et dont il a su faire comprendre l'importance : sous son influence les débats géologiques sont redescendus des hauteurs où on les avait portés, pour se borner aux questions où la discussion et le contrôle peuvent amener la certitude.

» C'est là l'importance et l'originalité de l'influence exercée par notre Confrère : il n'a pas craint de sembler diminuer, aux yeux des indifférents, le rôle de la Science à laquelle il a consacré sa vie; il n'a pas cherché à grandir le but, mais à le préciser.

» La discussion des problèmes plus vastes, celle des lois cachées de la Nature, s'imposera d'elle-même, quand elle sera préparée par des observations suffisantes : ce n'est pas un progrès que d'en devancer l'heure.

» Il a fait comprendre à ses élèves l'intérêt d'une tâche en apparence ingrate; il leur a fait aimer la Géologie telle qu'elle est aujourd'hui et non pas telle qu'elle sera un jour; il les a intéressés aux progrès qu'ils peuvent eux-mêmes réaliser et non pas à ceux que verra l'avenir. C'est la Géologie des résultats, et en prêchant d'exemple, en allant étudier sur place tous les problèmes discutés, en traçant la voie aux débutants, il a su, à la Faculté des Sciences, grouper et faire grandir à ses côtés toute une école de géologues qui, désintéressés et passionnés comme lui pour la vérité, continueront son œuvre et assureront de nouveaux progrès. Le jour viendra sans doute où des lois générales remplaceront la complication des faits, où tous les détails s'enchaîneront dans un ensemble régulier; mais les ouvriers de la première heure garderont leurs noms inscrits sur l'assise qu'ils ont édifiée, et celui d'Hébert restera parmi les plus grands et les plus honorés.

» M. Ernest Cosson nous a été enlevé le 31 décembre de l'année dernière; il laisse des regrets unanimes et je serai l'interprète de l'Académie en rappelant les sentiments d'affection et de haute estime que nous avaient inspirés le caractère plein de bonté et le talent de notre éminent Confrère. Tout à l'heure on entendra une voix amie, celle de notre illustre Secrétaire perpétuel, M. Bertrand, retracer la carrière du savant bota-

niste, l'un des premiers explorateurs de l'Algérie, qui a été consacrée tout entière à la Science et au bien.

» Les Concours aux prix dont l'Académie dispose ont toujours le privilège de provoquer des découvertes et des travaux qui ajoutent au domaine de la Science, dans toutes les directions, et sont le témoignage d'une activité qui n'a jamais été plus féconde. Deux de nos Correspondants à l'étranger se trouvent cette année au nombre des savants qui ont obtenu nos récompenses et dont les noms vont être proclamés.

» Le prix Lalande est donné à M. Schiaparelli, Correspondant de la Section d'Astronomie, en témoignage de l'admiration de l'Académie pour ses découvertes de la durée de la rotation de Vénus et de Mercure, succédant à d'autres, qui ont eu tant de retentissement, sur les canaux de Mars, et à des travaux de la plus haute importance sur les orbites des étoiles filantes.

» A M. le général Ibañez de Ibero, marquis de Mulhacén, Correspondant de la Section de Géographie et de Navigation, l'Académie décerne la médaille de Poncelet. Elle a voulu témoigner son estime pour le mérite éminent du savant Espagnol qui a fait, avec notre regretté Confrère le général Perrier, la jonction au-dessus de la mer entre une des plus hautes montagnes de l'Espagne et l'Algérie, et aussi pour les grands travaux qui ont rempli sa carrière et l'ont mis à la tête de la Géodésie de son pays.

» C'est aux *Comptes rendus* qu'on lira dans leur entier les Rapports des Commissions où sont exposées les découvertes et les recherches honorées de nos récompenses; les noms seulement des lauréats, suivant notre usage, seront proclamés par M. Berthelot, Secrétaire perpétuel, à qui je donne la parole. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1890.

GEOMETRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Hermite, Jordan, Poincaré, Darboux; Picard, rapporteur).

L'Académie avait proposé la question suivante :

« *Perfectionner en un point important la théorie des équations différentielles*
» *du premier ordre et du premier degré.* »

Trois Mémoires ont été envoyés au concours; la Commission a retenu le Mémoire inscrit sous le n° 1, avec la devise *Franco-Russe,* et le Mémoire n° 2 portant pour épigraphe : *In ratione verum.*

L'auteur du n° 1 prend pour point de départ une interprétation géométrique dont est susceptible toute équation différentielle du premier ordre. Il montre qu'une telle équation peut être considérée comme donnant les courbes situées sur une certaine surface algébrique et dont les tangentes appartiennent à un complexe linéaire convenable; la surface est unicursale si l'équation du premier ordre est en même temps du premier degré. La réciproque est d'ailleurs évidente : la connaissance des courbes situées sur une surface unicursale et satisfaisant à la condition géométrique indiquée entraînera l'intégration d'une équation du premier ordre et du premier degré. Prenant alors une surface unicursale, l'auteur forme l'équa-

tion qui lui correspond et qu'il appelle *réglementaire;* le fond de son travail consiste à faire une étude des équations du premier ordre et du premier degré considérées comme réglementaires.

Quand les surfaces unicursales employées sont du troisième degré, il est possible, dans quelques cas, d'intégrer les équations correspondantes. Ainsi, pour une surface réglée du troisième ordre, dont la droite double appartient au complexe, on n'a besoin d'effectuer que des quadratures; si la droite double est quelconque, on est ramené à une équation de Riccati. Pour la surface générale du troisième ordre, on se borne au cas où il existe sur la surface une infinité de points, formant une ligne dite *nodale*, par lesquels passe plus d'une courbe dont les tangentes appartiennent au complexe. C'est d'ailleurs un résultat élégant que cette nodale se compose nécessairement d'une ou de deux droites du complexe, ou encore d'une cubique gauche; dans les deux derniers cas, l'équation peut être intégrée.

La réglementaire correspondant à une surface du troisième ordre est, en général, de dimension *quatre*, quand on met l'équation sous la forme normale de Clebsch. Pour tirer parti des résultats qui précèdent, il faut pouvoir reconnaître, étant donnée une équation de cette dimension, si l'on peut la faire dériver d'une surface du troisième ordre. Ce problème, qui n'était pas sans difficulté, se trouve résolu en faisant intervenir la considération des points critiques de l'équation. L'auteur fait une classification de ces points; bornons-nous à citer, en dehors des points critiques ordinaires formant le cas général, les points qu'il appelle *dicritiques*, et par lesquels passent une infinité de branches simples d'intégrales avec une tangente arbitraire. Avec cette notion, la réponse au problème posé prend la forme suivante : Pour qu'une équation de dimension *quatre* puisse être considérée comme dérivant d'une surface du troisième ordre, il faut et il suffit qu'elle ait *six* points dicritiques. Outre cette intéressante proposition, nous pourrions signaler encore plusieurs théorèmes relatifs à l'abaissement de la dimension des équations réglementaires. Ce qui précède suffira pour donner une idée de ce travail fait avec beaucoup de soin et qui témoigne d'une grande habitude des transformations algébriques, mais où l'artifice employé ne pouvait guère conduire à des résultats de quelque généralité. La Commission propose de lui décerner une mention honorable.

Tandis que le Mémoire précédent se bornait surtout à l'étude approfondie d'un cas particulier, l'auteur du Mémoire n° 2 aime les théories gé-

nérales. On reconnaît dès les premières pages un géomètre familier avec les travaux récents sur la théorie des fonctions. Il considère une équation quelconque du premier ordre, où la fonction et sa dérivée figurent algébriquement, et fait d'abord une importante distinction entre les points critiques fixes des intégrales et les points critiques mobiles, c'est-à-dire susceptibles de se déplacer avec la constante d'intégration. Ces derniers ne peuvent être pour les intégrales des points d'indétermination. On jugera qu'il n'était pas inutile de faire explicitement cette remarque, si l'on se rappelle que les intégrales des équations d'ordre supérieur au premier peuvent avoir des singularités essentielles mobiles.

L'auteur trace ensuite dans le plan de la variable indépendante un système de coupures, qui empêchent cette variable de tourner autour des points critiques fixes, et étudie les équations pour lesquelles les intégrales ne prennent qu'un nombre limité de valeurs autour des points critiques mobiles. Dans cette hypothèse, on peut concevoir l'intégrale générale mise sous une forme qui met en évidence une classe c de courbes algébriques associée à l'équation proposée. Toute courbe de cette classe est une transformée rationnelle de la courbe représentée par l'équation différentielle, quand, pour une valeur fixe quelconque de la variable, on regarde la fonction et sa dérivée comme des coordonnées. Si le genre des courbes c se trouve supérieur à l'unité, on pourra, par des opérations algébriques, déterminer la classe, et l'intégrale s'obtiendra elle-même algébriquement. Quand les courbes c sont de genre *un*, il peut être nécessaire, pour obtenir l'intégrale, de trouver une solution d'une équation linéaire et de reconnaître si une certaine intégrale abélienne n'a que deux périodes. Seul, le cas où le genre est nul échappe à la méthode; cette circonstance se présentera d'ailleurs nécessairement quand l'équation sera du premier degré par rapport à la dérivée. Quoi qu'il en soit, on pourra toujours décider, par un calcul régulier, si l'on ne se trouve pas dans le cas spécial où la méthode échoue. Tout incomplet qu'il soit, ce résultat est bien digne de remarque. Dans les problèmes de cette nature, la plus grande difficulté provient souvent de l'impossibilité où l'on est de fixer la limite d'un entier arbitraire; cet entier est ici le nombre des valeurs de l'intégrale autour des points critiques mobiles. La méthode précédente permet à l'habile géomètre, dont nous analysons le travail, de reconnaître, dans un cas étendu, si l'intégrale a un nombre limité de valeurs, ce nombre n'étant pas fixé à l'avance.

Quand on s'est donné le nombre des valeurs que doit prendre la fonction autour des points critiques mobiles, il est possible de résoudre le problème

dans tous les cas; c'est ce qui est démontré dans une autre partie du Mémoire. On est ramené alors à une équation différentielle possédant des points critiques fixes; par suite l'intégration se fera soit par des calculs algébriques, soit au moyen de quadratures, ou enfin on aura à intégrer une équation de Riccati. L'auteur donne ensuite une seconde méthode plus pratique, qu'il applique aux équations du premier ordre et du premier degré, et est ainsi conduit à des exemples intéressants d'équations de cette forme, où il met d'une manière heureuse en évidence les invariants relatifs à une substitution linéaire quelconque faite sur la fonction.

Les méthodes précédentes peuvent être appliquées pour tenter de reconnaître si l'intégrale générale d'une équation différentielle est algébrique. La distinction faite entre les points critiques fixes et les points critiques mobiles permet de décomposer utilement la question en deux parties, et, dans plusieurs cas, on peut arriver à la solution de ce problème, qui ne sera sans doute pas résolu de si tôt dans toute sa généralité.

Nous espérons avoir, par ce rapide résumé, réussi à montrer le remarquable talent dont a fait preuve l'auteur du Mémoire n° 2, en apportant une importante contribution à la solution des questions difficiles qu'il n'a pas craint d'aborder, et réalisant ainsi un progrès sérieux dans la théorie des équations du premier ordre. La Commission juge ce Mémoire digne du grand prix des Sciences Mathématiques.

En résumé, la Commission propose à l'unanimité de décerner le prix au Mémoire inscrit sous le n° 2 et portant pour épigraphe : *In ratione verum*, et une mention honorable au Mémoire inscrit sous le n° 1 avec la devise : *Franco-Russe*.

Conformément au Règlement, M. le Président procède à l'ouverture du pli cacheté accompagnant le Mémoire couronné et proclame le nom de M. **Paul Painlevé**.

L'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 1, ayant été informé de la décision de l'Académie, a demandé qu'il fût procédé à l'ouverture du pli cacheté qui accompagne son travail.

M. le Président a proclamé le nom de M. **Léon Autonne**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Picard; Jordan, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

« *Étudier les surfaces dont l'élément peut être ramené à la forme*

$$ds^2 = [f(u) - \varphi(v)](du^2 + dv^2). \text{ »}$$

Au nom de la Commission, M. Jordan déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix et propose de maintenir le même sujet au concours jusqu'au 1er octobre 1892.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Picard; Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Francœur de l'année 1890 à M. **Maximilien Marie**.

Cette proposition est adoptée.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Jordan; Bertrand, rapporteur.)

La Commission a décerné le prix Poncelet à M. le Général **Ibañez**, marquis de Mulhacén, pour la savante direction qu'il a donnée et sa collaboration dévouée aux beaux travaux du Comité international des Poids et Mesures qui, à la suite d'études approfondies continuées pendant plus de vingt ans, a distribué, en 1889, conformément aux Conventions de 1875, les mètres et les étalons qui serviront, dans tous les grands États de l'Europe et de l'Amérique, à assurer l'usage du système métrique.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, de Jonquières; Bouquet de la Grye, Pâris, de Bussy, rapporteurs.)

La Commission chargée par l'Académie de décerner, aux travaux qui ont le plus contribué à augmenter l'efficacité de nos forces navales, le prix extraordinaire de six mille francs institué par les décrets du 13 novembre 1834 et du 2 décembre 1876, a cru devoir partager ce prix par portions égales entre M. **Madamet**, ingénieur de la Marine, représentant l'École du Génie maritime à Paris, MM. **Ledieu** et **Cadiat**, auteurs du livre intitulé : *Le nouveau Matériel naval*, et M. **Louis Favé**, ingénieur hydrographe, pour les remarquables et difficiles reconnaissances du Tonkin et de la côte de Madagascar.

Rapport sur les travaux de l'École d'application du Génie maritime; par M. de Bussy.

L'enseignement de l'École d'application du Génie maritime existe, dans des conditions à peu près analogues à celles de l'époque actuelle, depuis plus de soixante années. Relativement peu connu, malgré son importance, il comprend d'une manière générale tout ce qui concerne la théorie et la pratique de la construction du navire et de ses accessoires (sauf les bouches à feu), l'étude de ses conditions de stabilité sur mer calme ou agitée, ainsi que celle des propulseurs, les machines à vapeur et les engins de nature si complexe actuellement en usage sur les grands navires, la résistance des matériaux, la technologie des bois et celle des métaux, l'installation et l'outillage des ateliers, l'électricité appliquée, etc., en un mot tout ce qui concerne la science si vaste et si délicate de l'ingénieur de la Marine. Il est peut-être inutile de rappeler que c'est à son enseignement que s'est formé l'illustre Dupuy de Lôme ; mais, ce qu'il importe de ne pas perdre de vue, c'est que, justement appréciée par les étrangers, elle a vu et voit encore un assez grand nombre de ceux-ci (Russes, Hol-

landais, Suédois, Danois, Belges, Espagnols, Américains, etc., sans parler des Chinois et des Japonais) solliciter la faveur de suivre ses cours et retourner ensuite dans leurs pays en emportant avec eux, au grand avantage du nôtre, cette conviction qu'ils ont trouvé libéralement en France un enseignement plus haut et plus large que celui d'écoles étrangères aux leçons desquelles on les incitait, plus d'une fois, à prendre part. Sans avoir la prétention d'énumérer les œuvres si nombreuses et si diverses de science pure et appliquée auxquelles se sont adonnés les professeurs de l'École du Génie maritime, il convient de ne pas oublier que, dès 1830, Moreau, dans un travail resté à peu près inconnu, établissait d'une manière sûre et magistrale les « Principes fondamentaux de l'équilibre et du mouvement des corps flottant dans deux milieux résistants ». Son œuvre, continuée et largement développée par Reech, ce savant modeste auquel la science de la stabilité des navires est redevable de grands progrès, comme l'ont proclamé en Angleterre Sir Edward Reed et l'éminent docteur Woolley, et qui le premier a découvert l'influence si considérable des condensations dans les cylindres à vapeur [1], et par ses collaborateurs et continuateurs Rossin, d'Ingler, Lecointre, Fréminville, Audenet, Leclert, Garnier et bien d'autres, finit, après un labeur de plus de trente années, par embrasser tout ce qui concerne la science théorique et pratique de la construction des vaisseaux et ses nombreuses parties accessoires. Entre tous, le nom de Fréminville mérite d'être mis hors de pair : par les soins qu'il apporta à coordonner des documents jusque-là épars et à les réunir en corps de doctrine, par la valeur et l'étendue de ses recherches et de ses travaux personnels, il contribua puissamment aux bons résultats obtenus par l'École du Génie maritime. On ne saurait non plus passer sous silence les travaux si importants des ingénieurs hydrographes Darondeau et Gaussin sur les compas, leurs erreurs et les moyens de corriger celles-ci ou du moins de les atténuer.

Dans ces dernières années, le nombre des publications faites par l'École du Génie maritime a pris une extension plus considérable, grâce d'ailleurs aux ressources et aux avantages de toute nature que lui procure son instal-

---

(1) Les belles recherches de Reech sur l'influence des parois des cylindres étaient restées, comme bien d'autres, absolument inconnues en dehors du corps du Génie maritime ; elles ont été récemment publiées pour la première fois à la suite d'un Traité de Thermodynamique appliquée dû à M. Madamet, actuellement Directeur de l'École du Génie maritime.

lation actuelle à Paris, telle qu'elle a été faite par M. le Directeur des Constructions navales Bienaymé, en ce moment Directeur du Matériel au Ministère de la Marine, et le niveau scientifique et pratique des études s'est constamment maintenu à une hauteur qui a été constatée officiellement à plusieurs reprises par les représentants les plus autorisés de la Marine. Des cours manuscrits ou lithographiés de Thermodynamique, par M. Joyeux; de Résistance des matériaux, par M. Lemaire, et surtout une œuvre de haute valeur, un cours de Machines à vapeur, de M. le Directeur des Constructions navales Sollier, existaient aux archives de l'École. Modifiés en raison des progrès de la Science et complétés par les nouveaux professeurs, ils ont servi de base à des traités dont l'ensemble constitue une véritable encyclopédie des sciences relatives aux Constructions navales. Sans parler du Traité de Machines marines de M. le Directeur Bienaymé, et du Cours de Construction du navire de M. Hauser, deux ouvrages couronnés par l'Académie des Sciences, on peut citer les traités de Régulation des compas, de Résistance des matériaux, de Thermodynamique appliquée, de M. l'Ingénieur de la Marine Madamet, actuellement Directeur de l'École et successeur de M. Bienaymé; les traités de Technologie (bois) et d'Électricité appliquée, de M. Alheilig, de Technologie (métaux), de M. Trogneux, et une intéressante « Notice historique sur les divers modes de transport par mer », publiée par le même Ingénieur, sur la demande de la Marine, à l'occasion de la dernière Exposition universelle.

Cette longue énumération et les détails qui précèdent sont plus que suffisants, à coup sûr, pour montrer tout le mérite des œuvres accomplies à diverses reprises par les Directeurs et les Professeurs de l'École du Génie maritime, ainsi que les services que ces infatigables travailleurs ont rendus non seulement à leur Corps, mais encore à la Marine tout entière; aussi la Commission de l'Académie des Sciences, pour témoigner à l'École la sympathie dont elle lui paraît digne, pour l'encourager dans ses travaux, et pour l'inviter à les poursuivre dans la voie actuelle, décerne à l'unanimité, à l'École d'Application du Génie maritime, en la personne de son éminent Directeur actuel, M. l'Ingénieur de 1re classe de la Marine **Madamet**, un prix de deux mille francs.

Rapport sur les ouvrages de MM. Ledieu *et* Cadiat; par l'Amiral **Paris**.

Nos engins de guerre et de navigation sont modifiés radicalement depuis une cinquantaine d'années, tandis que le navire à voiles arrivé à la perfec-

tion possible n'avait varié que par quelques meilleurs détails, pendant un siècle et demi. Le vent était toujours utilisé par de vastes voiles, manœuvrées par des cordes, sortes de tendons auxquels des hommes, aussi adroits que souvent intrépides, servaient d'action musculaire. Certes cette machine compliquée parant à toutes les fantaisies du vent était bien admirable, quoiqu'elle ne fût qu'en cordes et en bois, puisqu'elle faisait obéir des surfaces énormes par les nuits obscures et les vents les plus violents. Mais toutes ses parties étaient visibles, faciles à réparer, d'une usure visible et elles ne changeaient pas; les hommes réunis sans se connaître à la formation de chaque équipage arrivaient bientôt à combiner leurs efforts, par l'analogie de leur passé, aussi bien que s'ils avaient appartenu à un corps permanent.

Tout cela est changé; d'admirables machines n'exigent plus l'action de centaines d'hommes; tout en elles est combiné de manière à remplir sa fonction avec précision, l'ensemble n'est plus nécessaire; mais il lui faut beaucoup d'attention et elle exige surtout des soins inutiles jadis. Perfectionnée, modifiée chaque jour, l'homme expérimenté touche presque dans l'inconnu, s'il passe à la conduite d'un nouvel appareil. Il n'y trouve pas tout le monde au fait des détails et de l'état des choses comme en arrivant sur un vieux vaisseau; c'est un service difficile qui commence avec des nouveaux venus : car si c'est toujours la vapeur qui est le moteur, des inventions rendent souvent nouvelles les manières de l'employer.

Il résulte de ce changement radical de nos engins que si depuis un siècle et demi nous n'avons pas eu à changer les livres destinés à notre instruction, si le manœuvrier de Bourdé est aussi bon sur un navire à voiles maintenant qu'il y a près de cent ans, les instructions pratiques sont actuellement à créer pour être modifiées à mesure que les perfectionnements surgissent. De plus l'ancienne simplicité se trouvant remplacée par de nombreuses lois physiques mises en action, il y a lieu d'apprendre beaucoup de ces causes du mouvement pour les employer sans erreurs, ni hésitations; d'autant que les organes importants sont en partie cachés maintenant.

Le travail de MM. **Ledieu** et **Cadiat** arrive donc très à propos pour faire assez connaître les engins si variés mis entre les mains des marins, afin qu'ils s'apprennent à en user judicieusement et cela dans un court espace de temps, presque en arrivant à bord; car le résultat de toutes ces inventions est de précipiter les choses et de forcer à être promptement assez instruit pour agir et faire agir au bout de peu de jours, en commençant

avec un faible acquis du passé. M. Ledieu a donc dû s'occuper de toutes ces nouveautés avec assez de clarté pour assurer leur bon emploi.

Son premier volume traite d'abord de la balistique, des nouveaux procédés pour connaître la vitesse des projectiles et les déviations causées par leur double mouvement, ce qui exige des tables de tir spéciales. Les nouveaux agents explosifs sont longuement traités, vu leur importance pour les torpilles et les nouveaux obus. Les essais divers des peuples étrangers à ce sujet sont détaillés, ainsi que ceux des canons dont des figures et des descriptions sont données, ainsi que de leurs affûts, avec les mécanismes délicats substitués, pour leur manœuvre, à la place de l'ancien palan. Les fusils eux-mêmes sont examinés, car en revenant de longues campagnes bien des marins ignoreraient leurs mécanismes. Les nouvelles merveilles de l'électricité ont eu des applications trop utiles à bord pour qu'on ne leur ait pas consacré de nombreuses pages, car il faudra les apprendre soi-même et les enseigner au nombreux personnel destiné à les employer. Mais on peut dire que la majeure partie du travail est consacré aux torpilles qui, apparues il y a peu d'années, sont arrivées à une perfection que l'on peut qualifier d'effrayante, tant elles annulent le courage et le talent en action. Après avoir paru ne convenir qu'à la défense des ports, elles sont arrivées à des vitesses jadis inconnues et à être assez bien dirigées pour que, si ce n'est encore avec autant d'exactitude que l'obus, le résultat soit terrible, puisqu'une suffit à détruire un grand vaisseau. Jamais ce que l'on peut appeler le coût de l'instrument de destruction n'a été aussi petit relativement à l'effet produit. Ce sont des mille francs détruisant des millions. Mais aussi quelle délicatesse, quelles difficultés d'emploi et quel peu de chances de durée en bon état! Il est donc utile que ces Messieurs aient consacré plus de 300 pages et de nombreuses planches couvertes de figures, à chercher par des exemples et des descriptions à introduire ceux qui doivent se servir de ces engins, dans un monde tout nouveau, jusqu'ici peu connu. En arrivant à bord, il n'y a pas à questionner sur ce sujet; un seul adepte trouverait à répondre et cela s'il s'en trouvait un assez instruit de l'état des choses présentes à bord de chaque navire. En outre, les inventions récentes sont naturellement entourées de mystères; au sujet des torpilles ce serait bien innocent, puisqu'au lieu d'être faite dans le mystère par un gouvernement, la torpille se vend à qui la paye; c'est un article de commerce dont un échantillon vaut bien la peine d'être acheté, ne fût-ce que pour faire l'anatomie de cet être dangereux, et quand on y pensera, pour apprendre à l'entretenir en bon état : car cet admirable

mouvement d'horlogerie faisant une grande force est malheureusement plongé dans l'eau de mer et formé du métal le plus oxydable, surtout dans le voisinage d'un peu de cuivre.

Toutes ces difficultés augmentent la valeur de l'Ouvrage qui décrit le nouvel engin et enseigne la manière de le charger, de préparer son moteur en comprimant de l'air, de le mettre en batterie dans son tube, de connaître la manière de le lancer après l'avoir préparé à se mouvoir de lui-même et à se maintenir en ligne droite, ainsi qu'à son niveau déterminé. L'entretien d'un tel objet est tellement difficile que les visites, les démontages et de petites réparations doivent être exécutés avec le savoir nécessaire. Enfin les diverses expériences, en différents pays, sont relatées et paraissent montrer qu'en essai on peut compter sur 60 pour 100 de touchés, en pratique 30 pour 100, et l'on serait heureux d'obtenir 20 pour 100 dans toutes les circonstances d'une guerre, surtout à cause de l'importance d'agir sans être aperçu. Les pompes destinées à comprimer l'air sont décrites et appréciées pour leurs pressions de 100^{kg} à 120^{kg} par centimètre. Pour terminer, la torpille dirigeable est décrite, des dessins la font connaître, et bien qu'elle n'ait pas donné encore de bons résultats, il est probable que l'industrie moderne saura bientôt améliorer cette idée hardie. On comprend la variété des détails nécessitée par une telle nouveauté; aussi sont-ils assez clairement expliqués pour que le nouveau personnel destiné à les employer, c'est-à-dire actuellement presque tout le monde, puisse les connaître et plus tard se les rappeler.

Les nouvelles armes à feu, canons ou fusils, sont détaillés et notamment les appareils compliqués et délicats de la manœuvre de ces pièces terribles. Enfin les nouveaux moyens de communication, tels que la navigation aérienne et les pigeons voyageurs, sont examinés. Et l'étude des dernières guerres maritimes, la constitution des flottes actuelles, enfin la forme et l'utilisation des navires terminent ce laborieux ensemble.

Tout ce qui précède est constamment élucidé par 68 planches de 56^{cm} sur 28^{cm} et 6 Tableaux numériques. Là-dessus, il faut en compter 28 pour les torpilles; de sorte que l'officier, le maître ou parfois l'ouvrier pourront y prendre connaissance des détails dont ils sont chargés et qui, pour être étudiés sur place, exigeraient un démontage minutieux. Pour terminer, je suppose que, après avoir été officier de manœuvre, chargé des signaux, de la cale, du canonnage, de la manœuvre, etc., j'embarque sur un nouveau navire. On m'attache à l'électricité, mon cours est oublié et que traitait-il? ou bien c'est aux torpilles; alors il me faut un guide et c'est dans

les livres techniques qu'il est à trouver : aussi celui-ci répond à un besoin en fournissant le premier des instructions devenues nécessaires.

C'est ce qui a porté la Commission à le proposer pour un prix.

Rapport de M. **Bouquet de la Grye**, *sur les travaux de M.* Favé.

L'Académie a jugé, à plusieurs reprises, que la précision avec laquelle étaient faits certains levés hydrographiques augmentait, dans une large mesure, la sécurité de nos navires et leur donnait de nouvelles facilités pour l'attaque et pour la défense, accroissant ainsi, en réalité, la puissance de notre marine. Aussi a-t-elle décerné des prix aux travaux hydrographiques qui lui paraissaient se distinguer, soit par la grandeur de l'œuvre, soit par les dangers ou les difficultés qu'elle présentait, soit enfin par la manière dont les opérations avaient été conduites. Le travail que la Commission a jugé digne, cette année, de recevoir une récompense, possède la plupart de ces qualités; l'auteur, un ingénieur hydrographe très instruit, vient de remplir deux missions longues et offrant quelque danger, en Indo-Chine et à Madagascar; il a rapporté, de côtes absolument inconnues, des renseignements qui lui ont permis de dresser une douzaine de Cartes ou de Plans; ce sont toutes conditions qui satisfont au programme tracé, au but que l'on a marqué; et la Commission n'a pas hésité à présenter à l'Académie le nom de M. **Louis Favé**, pour qu'il lui soit attribué une part dans le prix extraordinaire de la Marine.

Nous allons donner quelques renseignements sur ce travail.

M. Favé a fait, en 1881, une reconnaissance de la côte de l'île d'Haïnan, à l'entrée du détroit qui donne passage aux navires allant du Tonkin à Hongkong.

La triangulation sur laquelle s'est appuyée cette reconnaissance, qui a eu une longueur de 60 milles, s'est reliée à celle que les Anglais avaient jetée au travers du détroit.

L'hostilité des indigènes, à peine soumis et enclins à la piraterie, donne quelque relief à cette étude.

Plus tard, M. Favé fit le levé de la baie de Tanha et des mouillages compris entre les îles Norway et la baie de Halong, ainsi que celui de la baie de Kumong.

Après la prise de la citadelle de Hanoï, le commandant Rivière fit faire à notre ingénieur une reconnaissance du fleuve Rouge, entre Hanoï et les

premières cataractes. Le travail embrassait une longueur de plus de 200^{km}, dans une région à peine explorée.

En 1887, M. Favé partait pour Madagascar, accompagné d'un sous-ingénieur, M. Cauvet.

Le levé de la grande île commença sur la côte nord-ouest, près de Diégo-Suarez. Le climat de Madagascar est loin d'être favorable aux levés hydrographiques; pendant la saison des pluies, les marais qui bordent la côte la rendent absolument malsaine; la température est alors élevée, l'humidité à son maximum.

Pendant la saison sèche, le vent du sud-est soulève la mer et la rend dangereuse pour les embarcations, qui sont quelquefois entraînées au large. C'est dans ces conditions qu'un levé de précision a été effectué sur une longueur de 180 milles.

La triangulation a été appuyée sur une base mesurée avec un ruban d'acier. Les latitudes des points les plus importants ont été déterminées avec une lunette méridienne portative, à une seconde près; enfin les sondes ont été poussées jusqu'à une distance de 15 milles au large, pour déterminer les positions et les contours de nombreux bancs de coraux.

Ce travail offrait d'autant plus d'intérêt qu'il montrait combien la côte ouest de Madagascar, si redoutée des navigateurs à cause des dangers qu'elle projette au large, peut offrir de mouillages excellents, d'abris sûrs, qui deviendront certainement, dans un avenir prochain, des centres pour un commerce important avec l'Europe.

M. Favé a rapporté de ses deux missions de nombreuses observations concernant le magnétisme, le régime des marées et la météorologie.

En résumé, la Commission, appréciant le travail qui a été fait et les difficultés qui en augmentent la valeur, a décidé à l'unanimité qu'il y avait lieu d'attribuer un prix à M. **Louis Favé**, prélevé sur les *six mille francs* du prix extraordinaire.

Les conclusions de ces Rapports sont successivement adoptées.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Maurice Lévy, Sarrau, Marcel Deprez; Resal, rapporteur).

M. le Colonel **Ed. Locher**, de Zurich, a donné une extension considérable au système des chemins de fer de montagne, en portant presque au

double, et dans les conditions les plus difficiles, la limite maximum de la pente admise jusqu'ici. Il a de plus créé, pour le matériel de la traction, un système des plus ingénieux.

En conséquence, la Commission décerne le prix à M. **Locher**.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Sarrau, Pâris, Bouquet de la Grye; de Bussy, rapporteur.)

La tactique navale actuelle exigeant des navires militaires une très grande vitesse, leurs appareils moteurs doivent développer une grande puissance sous un faible poids, en dépensant peu de charbon.

Les machines économiques sont à plusieurs cylindres, et de ce fait relativement lourdes; il faut donc chercher la diminution des poids dans l'accroissement de la pression de la vapeur et de la vitesse des pistons.

Sur le *Surcouf* et le *Forbin*, comme sur presque tous les navires, la course étant limitée, un nombre considérable de révolutions s'imposait et, pour la première fois, on devait atteindre l'allure de 140 tours sur une machine de 6000 chevaux, avec des pistons de $1^{m},870$ de diamètre et de $0^{m},915$ de course.

Il y a lieu tout d'abord de considérer que les grands pistons et leurs organes, présentant un poids minimum de 2525^{kg}, passent 280 fois par minute de la vitesse zéro à la vitesse $6^{m},910$ en un onzième de seconde.

De là des accélérations énormes proportionnelles au carré du nombre des tours, à la course, et aux masses entraînées.

Les courses et le nombre des tours se trouvant imposés, il restait à réduire et à équilibrer les poids en mouvement, en recherchant rationnellement les efforts agissant sur chacun des organes, et en apportant un soin tout particulier dans le choix de l'essence des matériaux. C'est ce qui a été fait de la manière la plus habile par M. l'Ingénieur **Boulogne** qui a étudié les plans des appareils moteurs.

Pour les pistons comme pour les tiroirs, et en partant des courbes de l'espace parcouru, M. Boulogne a déterminé, par une double différentiation graphique, les accélérations des principales masses en mouvement, puis reporté sur chacun des organes, en tenant compte également de l'action de la vapeur, les efforts réagissant sur chacun d'eux.

Ces efforts étant connus, M. Boulogne a pu, grâce au choix des formes

et des matières les plus résistantes, obtenir des masses assez faibles pour que les maxima donnés par les résultantes des efforts combinés de la vapeur et des masses vives, ne dépassent pas sensiblement ceux dus à la vapeur seulement.

Néanmoins, l'accélération des masses serait restée redoutable si elle n'avait pas été annihilée en grande partie par l'emploi de la compression de la vapeur vers les extrémités de la course des pistons.

D'autre part, les pièces excentrées, comme les manivelles, les têtes de bielles, etc., ont été équilibrées par des contrepoids de même moment et de sens inverse.

L'étude analytique de tous les organes des moteurs du *Surcouf* et du *Forbin* a donné des résultats pratiques extrêmement remarquables, et, pour la première fois, en France tout au moins, des machines de grande allure [1] ont pu développer silencieusement jusqu'à 6300 chevaux pendant les essais officiels, sans le moindre échauffement ni la moindre fatigue.

Nous estimons que l'auteur du plan des machines du *Surcouf* et du *Forbin* a réalisé un progrès notable dans la construction des machines à vapeur, et nous proposons à l'Académie de lui décerner le prix Plumey.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy, Tisserand, Wolf; Faye, rapporteur.)

Jusqu'en ces derniers temps on a bien pu signaler parfois de légères inexactitudes dans quelques éléments du système solaire, mais jamais de grosses erreurs. En ce qui concerne les rotations des planètes, le système paraissait se composer de deux groupes : le premier, celui des planètes les

---

[1] Il est des points des bielles motrices qui ont une vitesse de rotation de 32^{km} à l'heure.

plus voisines du Soleil, tournant sur elles-mêmes en vingt-quatre heures; le second, celui des grosses planètes tournant deux ou trois fois plus vite, opposition dont il était d'ailleurs difficile de tirer la moindre conclusion intéressante. Cependant, en considérant l'extrême difficulté d'observer Mercure et Vénus, on aurait dû concevoir des doutes sérieux sur les rotations qu'on leur attribuait et qu'on retrouve invariablement reproduites dans tous les livres d'astronomie. M. Schiaparelli fut encouragé à reprendre cette étude par une découverte heureuse. Il trouva qu'on n'était pas du tout condamné à observer les faibles détails de la surface de ces planètes à la tombée de la nuit; on pouvait les suivre en plein jour, en plein soleil, et mieux encore que pendant la nuit. Au lieu de les observer chaque nuit après le coucher du soleil, pendant un temps nécessairement limité, et à vingt-quatre heures à peu près d'intervalle d'un jour à l'autre, il put les suivre pendant sept à huit heures de suite et constater ainsi que leur rotation n'avait aucun rapport avec les vingt-quatre heures qu'on leur attribuait. Des observations prolongées pendant une longue suite d'années le conduisirent à conclure que ces deux planètes tournent sur elles-mêmes dans le même temps qu'elles circulent autour du Soleil, Mercure en 88 jours, Vénus en 225 [1].

Un tel phénomène semblait jusqu'ici n'exister que pour les satellites. Il est en effet rigoureusement prouvé pour la Lune; on le retrouve aussi dans les satellites de Jupiter et pour l'un de ceux de Saturne. M. Schiaparelli nous apprend que les planètes les plus proches du Soleil rentrent dans une sorte de règle qui consiste en ce que les corps qui circulent autour d'une masse centrale, à une distance suffisamment faible, subissent un léger allongement dans le sens du diamètre dirigé vers cette masse, allongement dont le résultat est de ralentir continuellement leur rotation jusqu'à ce que celle-ci devienne rigoureusement égale à leur circulation.

Si l'on considère les conditions physiques, il en résulte qu'elles sont autrement graves pour les planètes circulant autour du Soleil que pour des satellites circulant autour d'un globe obscur et froid. En particulier Vénus, qui semblait autrefois l'analogue complet de la Terre, sauf une intensité un peu plus grande de la chaleur reçue du Soleil, devient un globe dépourvu de la succession des jours et des nuits, constamment échauffé sur un hémisphère par l'astre central, constamment refroidi sur l'autre par sa radia-

---

[1] L'identité de ces deux périodes est prouvée pour Mercure; elle est moins complètement établie jusqu'ici pour Vénus.

tion vers l'espace, en sorte que ce dernier doit avoir concentré et congelé de longue date toutes les eaux qui ont pu se trouver à l'origine sur cette planète, etc.

Ces découvertes aussi belles qu'inattendues d'un savant astronome, à qui nous devions déjà les mystérieuses géminations des canaux de Mars et la magnifique solution du problème des étoiles filantes, ont engagé votre Commission à lui décerner le prix Lalande.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Lœwy, Faye, Wolf, Janssen;
Tisserand, rapporteur.)

Un seul Mémoire a été envoyé à l'Académie. La Commission, après l'avoir examiné, n'a pas jugé les conclusions suffisamment établies, pour qu'on puisse lui attribuer le prix. Elle demande que le même sujet, savoir :

« *Perfectionner la théorie des inégalités à longues périodes causées par les* » *planètes dans le mouvement de la Lune. Voir s'il en existe de sensibles, en* » *dehors de celles déjà bien connues.* »

soit remis au concours pour l'année prochaine, la valeur du prix restant de *trois mille francs*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Tisserand, Faye, Janssen, Wolf;
Lœwy, rapporteur.)

M. le professeur **S. de Glasenapp**, l'éminent directeur de l'Observatoire Impérial de l'Université de Saint-Pétersbourg, vient de publier un Mémoire relatif à la détermination des orbites des étoiles doubles qui figurent au Catalogue de Poulkova.

Depuis l'installation, vers 1839, du grand réfracteur de $0^m,38$ à l'Observatoire de Poulkova, cette puissante lunette a été surtout utilisée pour la recherche des étoiles doubles et pour la détermination exacte de leurs coordonnées relatives.

On doit au directeur de cet établissement, M. Otto Struve, la découverte

de nombreux groupes nouveaux, et une série étendue de mesures remarquablement précises. Il était important de mettre à profit cette riche récolte de mesures micrométriques consignées dans les Annales de l'Observatoire de Poulkova.

M. de Glasenapp a entrepris une étude dans ce but, et il a choisi pour objet de son travail les groupes d'étoiles les plus intéressants, c'est-à-dire les étoiles doubles dont les composantes ont une liaison physique bien constatée et un mouvement relatif assez rapide pour permettre dans un avenir prochain le contrôle des résultats obtenus.

Dans la détermination des orbites, M. de Glasenapp a employé une méthode qui lui est propre, et qui permet d'arriver avec précision et rapidité aux éléments cherchés; il a ainsi enrichi la Science d'un nouveau contingent de résultats numériques d'une haute utilité. On lui doit aussi, parmi d'autres travaux importants, une détermination de la vitesse de la lumière fondée sur les éclipses des satellites de Jupiter.

Considérant la grande valeur de ces recherches, la Commission décerne à M. le Professeur **de Glasenapp** le prix Valz.

PRIX JANSSEN.

(Commissaires : MM. Faye, Janssen, Tisserand, Lœwy;
Wolf, rapporteur.)

La Commission du prix d'Astronomie physique décerne le prix à M. **C.-A. Young**, Directeur de l'observatoire de Princeton (États-Unis).

Suivant les intentions du fondateur, ce prix doit être donné successivement dans l'ordre historique aux fondateurs de l'Analyse spectrale céleste. Il a été donné d'abord à Kirchhoff, puis à MM. Huggins et Lockyer. Suivant ce principe, c'est M. **Young** qui doit prendre rang aujourd'hui, en raison de l'importante découverte qu'il a faite, pendant l'éclipse totale de 1870, de la couche infra-chromosphérique, qui porte à juste titre son nom et dans laquelle les raies du spectre solaire apparaissent à l'état de lignes brillantes.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Lalanne, de Jonquières; Larrey, Favé, Haton de la Goupillière, rapporteurs.

La Commission du prix Montyon de Statistique a décerné le prix de 1890 à M. le Dr **Topinard** pour ses recherches *Statistique sur la couleur des yeux et des cheveux en France*.

Elle réserve de nouveau expressément pour les prochains concours l'Ouvrage suivant qui, dans celui de 1889, avait obtenu cette mention :

1° *Rapports de M.* Dislère *au nom de la Commission de classement des récidivistes.* — « Votre Commission rendant justice à la somme de travail exigée par la production dont elle rend compte, et à l'intérêt des résultats que l'auteur a su en déduire, regrette que le nombre trop limité des récompenses dont elle dispose ne lui permette pas de lui accorder dans le présent Concours, à cause de l'antériorité des travaux précédemment cités, un prix dont cette production lui paraît parfaitement digne; mais, en réservant ses droits pour un Concours ultérieur, elle décerne à M. Dislère une mention exceptionnellement honorable. »

En 1889 la Commission avait également remarqué un Ouvrage de M. Ramon Fernandez intitulé : *La France actuelle*. Ce beau livre vient d'obtenir un prix de l'Académie française, et pour ce motif nous nous abstiendrons, comme nous l'eussions fait sans cela, de le reporter à l'année prochaine.

La Commission n'a pas décerné, pour la présente année 1890, d'autres récompenses, malgré la valeur de certaines productions qui lui avaient été renvoyées. Les Rapports distincts qui vont suivre en font connaître les motifs.

Rapport sur les travaux de M. le Dr Topinard; par M. le baron **Larrey**.

La *Statistique de la couleur des yeux et des cheveux en France* a été faite pour la première fois par le Dr **Paul Topinard**, dans une série de travaux,

les uns publiés par la *Revue d'Anthropologie* ou ailleurs, les autres restés encore inédits.

L'auteur a même rédigé, en titre, le recueil scientifique constituant cette *Revue d'Anthropologie*, avec le concours de plusieurs membres de la Société du même nom, et il a fait spécialement de cette question nouvelle de la couleur des yeux et des cheveux, le sujet d'une savante conférence imprimée par l'*Association française pour l'avancement des Sciences, au Congrès de Paris*, en 1889.

M. Topinard avait adressé d'abord l'ensemble et les détails de ses recherches à l'Académie des Sciences, pour le *concours Montyon des prix de Médecine et de Chirurgie*, mais ce n'est pas là qu'il devait espérer la chance du succès, eu égard à la nature différente des travaux à examiner.

J'avais l'honneur de faire partie de la Commission qui a décidé le renvoi du travail distinct de M. Topinard à *la Commission* plus compétente du prix Montyon *de Statistique*. L'auteur, satisfait de ce changement de destination, s'est empressé de joindre à toutes ses recherches une Préface manuscrite qu'il a intitulée simplement : *Statistique de la couleur des yeux et des cheveux en France*. C'est, en effet, de la Statistique, s'il en fut. Il y expose très bien l'utilité des recherches du même ordre ou celles d'une autre nature; telles seraient par exemple la couleur de la peau, les différences de la taille, déjà bien étudiées, d'autres encore, pour établir ou compléter les types divers de l'Anthropologie française.

Hâtons-nous de dire que, dans l'espace de deux années seulement, M. Topinard a recueilli, de 1886 à 1888, sur le sujet spécial de ses études statistiques, jusqu'à 200 000 observations relatives à la couleur des yeux et à la couleur des cheveux. Ce chiffre seul, par sa valeur considérable, pourrait suffire pour démontrer l'utilité de telles études, entreprises par l'active persévérance d'une seule personne, faisant appel à 1500 collaborateurs, garantissant leur signature sur les Tableaux établis comme modèles par son initiative. C'est donc un travail de patience, dont il appartient à la *Commission de Statistique* de reconnaître la valeur et de récompenser le mérite. Ajoutons que les frais généraux de cette statistique spéciale ont été supportés, soit par la *Revue d'Anthropologie* elle-même, soit par l'*Association pour l'avancement des Sciences*, et aussi par le promoteur et l'auteur de cet immense travail, malgré l'insuffisance de ses ressources personnelles.

M. Topinard expose dans les préliminaires de ses recherches multiples sur la *couleur des yeux et des cheveux en France*, la longue série des moyens

matériels imaginés et employés par lui pour le but de ses persévérantes études. Nous n'avons pas à les reproduire. Disons seulement que l'ensemble des documents fournis par ses soins à la Commission représente à la fois des lettres, des instructions particulières et des modèles de documents, des types et des variétés de couleur, d'après des images coloriées, des listes ou des catégories départementales et des Mémoires imprimés, exposant les conditions précises des recherches accomplies, une Carte des résultats d'ensemble, quatre Mémoires enfin sur la Statistique à l'étranger, avec le dénombrement des diverses contrées d'observation.

L'auteur de tant de matériaux amassés, soit encore inédits, soit publiés par lui sur le même sujet, n'a plus qu'à les coordonner, en définitive, dans un Ouvrage méthodique et complet qui, d'avance, lui fait honneur. C'est pour ces motifs que la Commission attribue à M. le Dr **Topinard** le prix intégral de Statistique, décerné par l'Académie des Sciences en 1890.

Rapport sur la statistique médicale du dispensaire de Mme Furtado Heine; par M. le baron **Larrey**.

La *statistique médicale du dispensaire* de Mme Furtado-Heine, publiée chaque année, régulièrement, depuis la fondation de cette œuvre de bienfaisance publique, a déjà valu à sa généreuse fondatrice toutes les récompenses honorifiques. La croix de chevalier de la Légion d'honneur en est pour elle le plus éclatant témoignage.

Il sera intéressant plus tard, après dix années d'exercice, par exemple, d'établir un relevé général des statistiques annuelles, exposant l'ensemble des conditions numériques les plus exactes de chacun de ses éléments d'organisation, aux divers points de vue de la médecine, de la chirurgie et de la pathologie spéciale, telle que l'oculistique.

On consacrera ainsi, par l'expérience acquise, la valeur de cette fondation de charité, d'après les services qu'elle aura rendus aux familles de plus en plus nombreuses de la classe ouvrière, si digne de l'intérêt public et de la munificence privée.

Rapport sur un travail de M. Pierre Fleury *relatif à la protection de l'enfance dans le Cher (année* 1888); par M. le baron **Larrey**.

Il s'agit d'un Rapport, présenté au Préfet du Cher par M. Pierre Fleury, ingénieur départemental, formant une brochure in-8° de 140 pages et in-

diquant sa provenance multiple. Le rapporteur analyse en effet, dans leur ensemble, les rapports partiels de tous les médecins inspecteurs du Cher, de tous les maires des Communes et de tous les juges de paix, sans exception, suivant les termes précités de ce travail, aussi utile que bien fait. Il est d'ailleurs conforme à l'*Instruction du* 19 *mars* 1884.

Semblable Rapport est imposé à tous les inspecteurs départementaux et celui de M. Fleury ne représente pour notre Commission qu'un spécimen partiel très bien fait, d'une règle établie, en principe, pour chacun de ces inspecteurs.

Les renseignements statistiques sur la protection de l'enfance, dans le département du Cher isolément, nous paraissent recueillis avec beaucoup de soin et représentés par une série de Tableaux méthodiques, mais, en définitive, exclusifs à un seul département. Il serait à désirer que l'ensemble de travaux analogues, transmis par les soins des Préfets au Ministère de l'Intérieur, pût devenir l'origine d'un travail d'ensemble sur un sujet aussi important que la protection de l'enfance.

Le Rapport de M. **Pierre Fleury** nous semble, par son mérite, devoir être signalé parmi ces documents, avec beaucoup d'éloges, par la *Commission de Statistique de l'Académie des Sciences.*

Rapport sur un travail de M. le Dr Aubert *sur la Topographie médicale de la ville de Bourg-en-Bresse ;* par M. le Général **Favé**.

Certaines rues (rues d'Espagne, de l'Étoile, du Gouvernement, Teynière) sont étroites, tortueuses, couvertes en quelques points, sur la moitié de leur largeur, par les toits des maisons dont les étages supérieurs dépassent le rez-de-chaussée en ne laissant pénétrer ni air ni lumière. Les escaliers des habitations sont sombres, humides; les cours intérieures, généralement mal tenues, sont également humides et malsaines. Quelques caves sont périodiquement inondées. Cet état de choses, qui existe tout aussi bien dans la ville haute que dans la ville basse, tient à ce que toutes les habitations sont établies dans une couche aquifère reposant elle-même sur une couche d'argile imperméable au-dessus de laquelle les eaux se conservent à des hauteurs variables.

Il y a, dans le sous-sol, 10^{km} de canaux qui sillonnent les rues, mais ils sont sans pente régulière, sans étanchéité, sans section uniforme, de sorte que les matières solides demeurent stagnantes jusqu'à ce qu'une pluie torrentielle chasse tout le contenu.

Depuis 1884, la ville est dotée d'un service d'eau potable en quantité largement suffisante pour les besoins des habitants, de la caserne et des différents établissements publics. Mais la santé publique pourrait être largement améliorée, comme on le voit dans les tableaux qui concernent les épidémies, en réalisant le système du tout à l'égout. Le pavage devra être refait, de même que la canalisation souterraine.

Une épidémie de fièvre typhoïde a sévi en 1888; elle a été causée par une eau contaminée.

En résumé, le travail de M. Aubert, si méritant qu'il puisse être à certains égards au point de vue de l'hygiène, ne répond pas suffisamment au programme du prix Montyon de Statistique.

Rapport sur un travail de M. le Dr Tartière, intitulé : « *Histoire médicale du* 8e *régiment de Hussards pendant une période de seize ans, de* 1874 *à* 1890 »; par M. le Général **Favé**.

Ce régiment a séjourné en 1874 à Fontainebleau, en 1875, 1876, 1877 dans la province d'Alger, à Lyon de 1877 à 1886, à Vienne de 1886 à 1889.

Les diverses maladies, au nombre de vingt, comprennent les affections d'origine professionnelle et les maladies épidémiques. Sur 157 décès, il y en a eu 74 causés par la fièvre typhoïde, qui a régné surtout en Algérie.

Le nombre des journées de traitement ou d'indisponibilité s'est élevé en Algérie, pendant l'année 1876, à 23391. Le nombre des soldats réformés a été de 156 en 16 ans.

L'auteur conclut de ses observations que pour diminuer les journées de maladie il faut donner aux soldats de l'air et de bonne eau. Il s'est surtout préoccupé de la fièvre typhoïde et il a étudié les circonstances où elle s'est développée.

Malgré le soin apporté par M. le Dr **Tartière** à son étude, le cadre de cette dernière a paru trop restreint au point de vue de la Statistique.

Rapport sur un travail de M. le Dr Samuel Garnier, *intitulé :* « *Le Dépôt de mendicité, l'hospice départemental et l'asile des aliénés de La Charité-sur-Loire* »; par M. **Haton de la Goupillière**.

Cette Brochure, de 120 pages in-octavo, présente l'histoire de l'asile de La Charité relevée sur les registres de l'établissement. Elle ne se

rattache à la Statistique que par un certain nombre de tableaux destinés à classer les malades en diverses catégories. Mais aucune loi ne saurait s'en dégager; et des considérations basées sur des nombres aussi peu considérables ne sauraient avoir une réelle portée. Tout en rendant justice aux motifs d'intérêt local qui ont inspiré le travail très soigné de M. le Dr **Garnier**, la Commission ne saurait donc le retenir pour les récompenses que décerne l'Académie.

Les conclusions des Rapports qui précèdent sont adoptées.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Fremy, Cahours, Schützenberger, A. Gautier; Troost, Friedel, rapporteurs.)

Rapport sur es travaux de M. Isambert; par M. **Troost**.

Les premières recherches de M. **Isambert** remontent à vingt-deux ans. Il a débuté dans la Science en 1868, par un travail devenu classique sur les tensions de dissociation des composés formés par le gaz ammoniac avec divers chlorures métalliques. Il y a établi l'existence d'un certain nombre de combinaisons dont les unes étaient complètement nouvelles et dont les autres n'avaient jusqu'alors qu'une existence contestable.

Il a consacré plusieurs Mémoires à l'étude de la constitution des vapeurs émises par le bisulfhydrate d'ammoniaque, le cyanhydrate d'ammoniaque, le carbonate d'ammoniaque et le carbamide; puis il a fait une étude analogue sur le bromhydrate d'hydrogène phosphoré et sur les sulfhydrates d'éthylamine et de diéthylamine.

Il a signalé les difficultés sérieuses que l'on rencontre dans ces recherches délicates; il a montré en particulier que pour établir la constitution de ces vapeurs il fallait, de toute nécessité, non seulement déterminer leur

tension, mais aussi fixer d'autres données physiques, telles que leur compressibilité et l'influence de l'excès d'un de leurs composants.

Se basant ensuite sur les résultats de ses recherches expérimentales relatives à la dissociation, il a cherché à relier tous les faits connus par une théorie fondée sur les données thermochimiques qui permettent de se rendre un compte exact des phénomènes de la Chimie.

Ses recherches sur les sulfures de phosphore, leur préparation, leurs propriétés principales et leur chaleur de formation l'ont conduit à conclure que plusieurs corps décrits comme des sous-sulfures de phosphore ne sont que des mélanges et non des composés définis, et que les températures auxquelles les différentes variétés de phosphore rouge s'unissent au soufre fondu dépendent de la quantité de chaleur que le phosphore avait dégagée au moment de son passage de l'état de phosphore ordinaire à l'état de phosphore rouge.

Ses recherches sur le prétendu maximum de solubilité du chlore dans l'eau l'ont conduit à une remarque importante qu'il devait bientôt généraliser.

Il constata que la tension de dissociation de l'hydrate de chlore est pour les températures inférieures à 8°, plus faible que la pression atmosphérique, et que, par suite, ce corps peut se dissoudre, sans se décomposer, dans l'eau en contact avec une atmosphère de chlore à la pression ordinaire, de sorte que la quantité de gaz contenu dans l'eau ne représente pas, comme on l'admettait, la solubilité du chlore à cette température; elle est la somme de la quantité de chlore à l'état libre et de la quantité de chlore combinée à l'état d'hydrate.

Partant de ces résultats, il a pu résoudre une question qui préoccupait depuis longtemps les chimistes : la question de savoir à quel état se trouvent, dans leurs dissolutions, les gaz très solubles tels que l'ammoniaque, l'éthylamine et d'autres ammoniaques composées. Ces gaz existent-ils à l'état de combinaison définie, ou ne s'est-il produit qu'un simple phénomène de dissolution? L'examen de cette question l'a forcé à étudier la compressibilité et la dilatabilité des gaz liquéfiés et de leur dissolution dans l'eau; il a dû pour y réussir modifier les piézomètres et les thermomètres ordinairement employés.

Ses déterminations lui ont permis de conclure que les dissolutions d'éthylamine, de gaz ammoniac, et en général des gaz très solubles se comportent non comme de simples mélanges, mais comme si elles contenaient des combinaisons définies de ces gaz avec l'eau.

La tension des gaz émis à une température donnée résulte de la superposition de deux phénomènes différents : la dissociation d'un composé défini et le dégagement du gaz simplement dissous.

Les expériences de M. Isambert ont fourni des données précieuses pour la discussion des théories chimiques.

Ce résumé très sommaire des travaux où il a utilisé, pour résoudre les questions les plus délicates de la Chimie minérale et de la Chimie organique, le mutuel appui que peuvent se prêter les méthodes de la Physique et celles de la Chimie générale, suffira pour justifier auprès de l'Académie la décision de la Section de Chimie qui lui décerne le prix Jecker.

M. **Isambert**, qui vient d'être enlevé par une mort prématurée, n'aura pas la satisfaction de recevoir lui-même la récompense accordée à ses travaux; mais cette récompense sera pour sa veuve un adoucissement à sa douleur et à ses soucis; elle rappellera à ses enfants l'exemple d'une vie consacrée tout entière à la Science.

Rapport sur les travaux de M. M. Hanriot; par M. **Friedel.**

M. **Hanriot**, professeur agrégé à la Faculté de Médecine, s'est signalé à l'attention de l'Académie par des travaux qui ont trait à des branches très diverses de la Chimie.

Il a débuté par des recherches sur les dérivés de la glycérine, exécutées au laboratoire de M. Wurtz, et qui ont été présentées à la Faculté des Sciences, comme thèse de doctorat. Parmi les faits les plus intéressants qu'elles ont fait connaître, nous signalerons la séparation en grande quantité, à l'état de pureté, de la monochlorhydrine, de la glycérine, par distillation fractionnée dans le vide, avec l'aide d'un appareil ingénieux. Ce procédé a permis d'isoler un isomère de la monochlorhydrine qui bout quelques degrés plus haut, et dont M. Hanriot a établi l'identité avec le produit qui s'obtient par la fixation de l'acide hypochloreux sur l'alcool allylique. L'hydrogénation des deux monochlorhydrines, qui aurait dû donner les deux propylglycols, n'a fourni que des résultats peu nets; par contre celle de l'acétobromhydrine, au moyen du zinc cuivré de M. Gladstone, constitue un moyen commode de préparer le propylglycol ordinaire.

L'action de la baryte anhydre sur la monochlorhydrine dissoute dans l'éther a donné en petite quantité le glycide, ce composé intéressant, si apte à se combiner qu'il est fort difficile à isoler, et que récemment M. A.

Bigot a réussi à préparer en plus grande quantité par l'action ménagée du sodium sur la monochlorhydrine en présence de l'éther. M. Hanriot a montré la grande facilité avec laquelle il se combine aux acides pour donner des éthers de la glycérine. C'est ainsi qu'avec l'acide azotique étendu, il fournit la mononitroglycérine. La monochlorhydrine réagit sur l'ammoniaque et sur la triméthylamine en donnant avec la première des composés mal définis, et avec la seconde la triméthylglycéramine dont le chloroplatinate se présente en beaux cristaux.

Beaucoup d'entre les réactions des aldéhydes s'expliquent par la facilité que possèdent ces composés de fonctionner comme des corps non saturés en fixant diverses molécules, telles que celles de l'acide cyanhydrique.

M. Hanriot a réussi à isoler, par distillation dans le vide, la monochlorhydrine du glycol éthyliédénique qui se produit par la fixation de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde éthylique. C'est le composé qui joue évidemment un rôle important dans la production de l'aldol par le procédé classique de M. Wurtz. Cette monochlorhydrine se décompose avec perte d'eau et fournit le corps nommé par M. Lieben *oxychlorure d'éthylidène*, et dont M. Hanriot a démontré l'identité avec l'éther bichloré symétrique en le transformant par l'action du zinc éthyle en éther butylique secondaire.

Une étude de la strychnine au point de vue de l'analyse toxicologique a montré à M. Hanriot que les sels de cet alcaloïde sont précipitables par un excès d'acide, tantôt avec formation d'un sel acide, tantôt simplement en raison de l'insolubilité du sel neutre dans l'acide en excès. Il a reconnu que diverses substances, notamment la brucine, masquent la réaction ordinaire de la strychnine et que la brucine réputée pure peut renfermer de notables quantités de cet alcaloïde. Il explique ainsi une prétendue transformation de la brucine en strychnine par l'action de l'acide azotique; celui-ci avait simplement détruit la brucine et mis en évidence la strychnine préexistante.

L'action de l'acide azotique sur la strychnine fournit une dinitrostrychnine qui peut être transformée en diamidostrychnine et en dioxystrychnine. Enfin celle du permanganate de potassium la transforme en un acide, l'acide strychnique, qui, d'après son analyse et celle de ses sels, ne diffère de la strychnine que par addition de 4 atomes d'oxygène.

M. Hanriot a fait aussi avancer notablement nos connaissances sur l'eau oxygénée. Il a montré que ce composé, débarrassé de fer et de manganèse, est stable, même à chaud, et peut être concentré par évaporation jusqu'à pouvoir fournir deux cent cinquante fois son volume d'oxygène.

Bien plus, l'eau oxygénée étendue, qui ne fournit que 12 volumes d'oxygène environ, peut être distillée, et par conséquent obtenue très pure, puis concentrée. On voit donc que les procédés d'analyse fondés sur la décomposition par la chaleur sont inexacts.

M. Hanriot n'a point réussi à combiner l'eau oxygénée aux corps non saturés, réaction qui avait été indiquée par d'autres auteurs. Par contre, en présence de l'acide sulfurique, l'eau oxygénée réagit sur la benzine, le toluène et l'acide benzoïque pour fournir les phénols correspondants.

Laissant de côté quelques travaux de moindre importance, nous signalerons encore celui dans lequel M. Hanriot a étudié pour un certain nombre d'acides la distillation sèche en présence d'un excès de base. Comme on pouvait le prévoir, les acides succinique et adipique ont fourni de l'éthane et du butane. L'acide lactique se dédouble facilement en acide carbonique et alcool et l'acide pyruvique en acide carbonique et aldéhyde. C'est là un mode intéressant de production de l'alcool.

M. Hanriot a encore entrepris et poursuit actuellement, en collaboration avec MM. Bouveault et Saint-Pierre, des recherches qui ont déjà donné des résultats intéressants.

Avec M. Bouveault, il a étudié l'action du sodium sur les nitriles et a obtenu, par l'action de l'eau ou des iodures alcooliques sur le produit formé, des polymères des nitriles, ou des dérivés des nitriles eux-mêmes et des mêmes polymères. Les dérivés des nitriles se transforment facilement en acides gras, ceux des polymères en acétones-nitriles, en éthers β-cétoniques, ou, en poussant plus loin la décomposition, en acétones.

Avec M. Saint-Pierre, il a recherché si, dans les hydrocarbures renfermant des radicaux relativement négatifs comme le phényle, certains atomes d'hydrogène ne pourraient pas être remplacés directement par les métaux alcalins.

L'expérience a montré que le triphénylméthane est attaqué par le potassium avec remplacement de l'atome d'hydrogène uni au carbone central. L'action de l'acide carbonique sur le produit a fourni l'acide triphénylacétique; celle des chlorures alcooliques ou acides, a donné des hydrocarbures et des acétones.

L'action du potassium peut aussi porter sur les noyaux benzéniques, ainsi que cela a lieu pour le tétraphényléthylène.

Ces recherches promettent de donner encore bien des résultats intéressants.

Si intimement liées que soient entre elles la Chimie physiologique et la

Chimie organique, nous n'avons pas à rappeler ici les travaux sur la respiration qui ont été entrepris par M. Hanriot en collaboration avec M. Charles Richet. C'est à une autre section que celle de Chimie de les apprécier comme ils le méritent.

L'énumération que nous venons de faire nous semble justifier le choix de la section qui a décidé de donner à M. **Hanriot** le prix Jecker pour une partie.

Les conclusions des Rapports qui précèdent sont adoptées.

GÉOLOGIE.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Fouqué, Gaudry, Des Cloizeaux, Damour;
Daubrée rapporteur.)

L'Académie a proposé pour prix à décerner en 1890, la question suivante :

« *Étude des refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre; rôle des déplace-*
» *ments horizontaux.* »

Le seul travail présenté, dont l'auteur est M. **Marcel Bertrand**, ingénieur en chef des Mines, professeur de Géologie à l'École nationale supérieure des Mines, répond pleinement à la question proposée; on va en juger par l'exposé qui suit.

Les masses superficielles de l'écorce terrestre ont subi à plusieurs reprises des mouvements considérables, qui ont déplacé les couches de leur position primitive et ont fait surgir les chaînes de montagnes. L'étude de ces déplacements paraît permettre d'aborder celle des forces qui les ont produits, et de remonter à la cause originaire des dislocations de la croûte terrestre. Cette étude se rattache ainsi à l'un des problèmes les plus intéressants que soulève l'histoire de notre planète.

Trois théories ont été successivement proposées : celle des *affaissements*,

qui veut se contenter de l'action directe de la pesanteur; celle des *soulèvements,* qui invoque la poussée des masses éruptives, et enfin celle des *refoulements latéraux,* qui attribue la formation des chaînes de montagnes aux compressions horizontales, développées par le refroidissement inégal des couches successives de la sphère terrestre. Cette dernière théorie, à laquelle sont liés les noms de Saussure et d'Élie de Beaumont, semble seule de nature à expliquer la complexité des faits connus, et elle est aujourd'hui généralement adoptée; mais c'est surtout l'insuffisance reconnue des théories rivales qui a assuré son succès. Malgré les faits déjà invoqués par de Saussure, le parallélisme des chaînes et le retroussement des couches en forme de C; malgré ceux qu'y a ajoutés le progrès croissant des études des pays plissés, la contradiction restait encore possible et les arguments donnés semblaient plutôt de nature à faire accepter qu'à imposer la conclusion.

S'il y a eu action de forces horizontales, c'est dans la constatation de déplacements horizontaux qu'il faut en chercher la preuve, et c'est la généralité de ces déplacements qui pourra seule montrer si ces forces horizontales sont la cause unique, ou au moins prépondérante, des plissements des couches. Les travaux publiés dans ces dix dernières années ont montré l'existence de déplacements horizontaux considérables dans les chaînes les plus diverses et les plus éloignées : les faits de ce genre sont-ils assez nombreux et assez bien prouvés pour permettre d'en tirer dès maintenant une conclusion d'ensemble et définitive? Telle est l'importante question qu'a traitée M. Marcel Bertrand dans un Mémoire étendu, où il a coordonné des études poursuivies avec persévérance pendant douze années en diverses régions, et notamment en Provence.

Avant d'aborder ce dernier pays, où il devait rencontrer et résoudre des difficultés que les travaux antérieurs laissaient à peine soupçonner, l'auteur avait fait des recherches stratigraphiques approfondies dans le Jura, puis en Suisse, où, sous la conduite de MM. Heim et Renevier, il a étudié quelques-uns des problèmes les plus ardus de la géologie alpine. Malgré la différence apparente des deux régions, ce sont les grandes coupes des Alpes de Glaris, si admirablement décrites par M. Heim, qui ont suggéré à M. Bertrand l'explication des anomalies de la Provence.

La plus frappante de ces anomalies est la suivante : au milieu de plusieurs bassins crétacés de la Provence, notamment aux environs du Beausset, on voit apparaître des lambeaux isolés de terrains plus anciens, triasiques ou jurassiques, qui surgissent brusquement, comme le feraient d'anciens

îlots autrefois entourés par la mer crétacée et au pied desquels se seraient déposés ses sédiments. Cependant l'ensemble des coupes de la région rend inadmissible l'hypothèse d'une discordance entre les deux terrains. Aucune des couches crétacées n'est modifiée dans sa composition, comme elle devrait l'être par la proximité d'un ancien rivage, et le contact avec le trias, qui parfois paraît avoir lieu suivant un plan presque vertical, ne correspond aucunement à la position d'une ancienne falaise. On ne peut pourtant supposer qu'une faille verticale sépare partout les deux terrains en contact; car cette faille aurait un tracé si compliqué qu'elle deviendrait inexplicable. L'exemple des coupes suisses fait alors naître l'idée que le trias pourrait être superposé au crétacé, et permet de ne pas la rejeter tout d'abord comme une impossibilité absolue. Par de persévérantes observations sur le terrain, M. Bertrand a poursuivi pendant trois ans la vérification de cette idée, et il a fini par découvrir, près du contact énigmatique, quelques lambeaux de terrains d'âge intermédiaire, où l'ordre normal de succession des couches était interverti. Si peu étendus et si peu épais que fussent ces lambeaux, leur présence démontrait l'existence d'un *pli couché horizontalement,* qui avait rabattu et replié sur elles-mêmes les assises crétacées. M. Bertrand parvint de plus à reconstruire la position et l'allure de ce pli, à en suivre la continuation et à montrer comment la superposition du trias au crétacé en était la conséquence. A 2^{km} plus à l'ouest, pour un autre lambeau triasique semblablement situé, des travaux de mine ont fourni une vérification matérielle et irréfutable.

Pour que le trias vienne occuper la place où nous le voyons actuellement au dessus du crétacé il a fallu qu'il fût charrié horizontalement sur une longueur de 6^{km}, ou, en d'autres termes, qu'une nappe de terrains anciens, large de 6^{km}, vînt s'étendre sur le bassin crétacé du Beausset. Cette nappe a été découpée et en partie enlevée par la dénudation qui n'en a laissé que des témoins isolés. C'était cet isolement qui créait une grande difficulté pour la reconstitution des phénomènes et l'interprétation des faits; on s'explique ainsi comment ils ont pu échapper si longtemps aux nombreux observateurs qui ont visité et décrit le bassin du Beausset.

L'exemple du Beausset n'est pas isolé en Provence, et on ne comprendrait guère qu'il le fût; partout les plissements résultent d'actions d'ensemble, et en Provence, comme partout ailleurs, un pli tel que celui du Beausset doit être accompagné d'une série d'autres plis qui, avec un parallélisme plus ou moins complet, suivent la même direction. L'auteur décrit en effet quatre grands plis successifs, qui s'échelonnent du sud au

nord en avant du massif des Maures; il montre que ces quatre plis sont des plis couchés horizontalement, accompagnés par conséquent de phénomènes analogues à ceux de Beausset. Les preuves de la superposition de la nappe de terrains anciens à la série normale des terrains plus récents sont développées avec rigueur pour chacun des quatre plis. Les déplacements horizontaux dépassent 6^{km} pour les deux plis les plus rapprochés des Maures; ils atteignent encore 3^{km} pour les deux plis les plus septentrionaux.

Ces grands plis couchés qui se déroulent en s'allongeant forment de larges traînées au-dessus des couches plus récentes et simulent des coulées sédimentaires, rappelant presque les coulées de basalte.

La Provence est donc un pays plissé, et aussi énergiquement plissé que les plus grandes chaînes. Ses plis, contrairement à la règle générale qu'on croyait pouvoir admettre autrefois ne sont pas rectilignes, mais il décrivent des sinuosités multiples, ils montrent des rebroussements brusques, et semblent même se replier complètement sur eux-mêmes. En dépit de ces sinuosités, chaque pli se couche toujours sur le même bassin synclinal. La cause de ces complications d'un autre ordre reste encore à trouver et les explications proposées ne peuvent l'être qu'à titre d'hypothèses provisoires destinées à relier les faits d'observation.

Malgré ces difficultés qui nécessiteront encore de nouvelles recherches, la Provence peut à juste titre être considérée par l'auteur comme devenant, pour les plis couchés, ce qu'était le Jura pour les plis droits, le type le plus simple et le plus complet qui puisse servir de base à leur étude. En prenant pour base les nombreuses coupes citées dans son Mémoire, M. Marcel Bertrand explique de la manière la plus satisfaisante le mécanisme de ces prodigieux déplacements : les actions horizontales déterminent d'abord la formation d'un bourrelet, et l'on conçoit sans peine que, selon que les points d'application des forces sont, ou non, à la même hauteur, le bourrelet puisse se former droit, incliné ou couché. Dans ce dernier cas, il se compose de deux moitiés, l'une, la moitié supérieure, où les couches sont dans leur ordre normal de stratification ; l'autre, la moitié inférieure, où cet ordre est inversé. Si les forces horizontales continuent à agir, le bourrelet pourra être poussé en avant, et la matière qui le compose être forcée de s'étaler sur un plus grand espace. Il faudra pour cela que les diverses parties en glissent horizontalement les unes sur les autres. Dans la moitié inférieure, aucun afflux nouveau de matière n'est possible, et l'amincissement de cette partie est en rapport direct avec l'allongement

du pli; le résultat du mouvement sera donc une nappe de terrains, en succession normale, recouvrant des terrains plus récents, et séparés d'eux par une bande mince, et même intermittente, de terrains renversés.

Dans la nappe supérieure, par suite même de la poussée, il peut y avoir afflux de matière, et les glissements relatifs ne sont plus une conséquence nécessaire du phénomène. Ils n'en sont pas moins très fréquents, parce que les plans de stratification présentent une série de plans de glissement facile, parallèles à la direction du mouvement. Tantôt les glissements se produisent tout d'une pièce, en donnant des surfaces nettes de séparation, de véritables *failles horizontales;* tantôt au contraire il se répartissent entre une infinité de plans et ne se traduisent que par l'amincissement ou la suppression de certaines couches. Dans les *nappes de recouvrement*, la succession des étages est donc une succession normale, mais présentant souvent des lacunes. Un fait bien remarquable, c'est que le *réarrangement* des couches, tel qu'il résulte de ces mouvements complexes, est assez parfait pour que toute trace d'action mécanique échappe à l'observation : la série, amincie ou incomplète, présente toutes les apparences d'une série normale restée dans les conditions originelles de dépôt.

La seconde partie du Mémoire est consacrée à montrer la généralité des mêmes phénomènes dans les différentes chaînes de montagnes.

Un des résultats importants des observations de M. Marcel Bertrand, c'est que la Provence forme comme un trait d'union entre les Alpes et les Pyrénées, et que les deux chaînes se trouvent ainsi reliées l'une à l'autre pour la partie commune de leur histoire, celle qui date de la fin de la période éocène. Or, sur presque toute la longueur de ce parcours, qui va des Pyrénées aux Carpathes, on retrouve des exemples de phénoménes analogues. L'auteur décrit les exemples prouvés, discute ceux qui sont contestés, et conclut à l'existence d'une zone continue, longue de plus de 1000^{km}, le long de laquelle ces actions se sont produites. Les coupes extraordinaires, si bien établies par les géologues suisses, celles des Alpes de Glaris, des Alpes bernoises, de la dent de Morcles et de la dent du Midi, telles que les ont données MM. Heim, Baltzer, Renevier et Schardt, se trouvent ainsi rattachées à un même phénomène d'ensemble, on pourrait presque dire à un même pli couché.

Si des Alpes on passe aux chaînes plus anciennes, on est conduit à une généralisation analogue. La chaîne de l'époque houillère, aujourd'hui en partie arrasée, s'étendait, au nord des Alpes, du pays de Galles à la Westphalie et au Hartz. Les exploitations houillères, dans le nord de la France et

en Belgique, ont depuis longtemps appris que le terrain houiller s'enfonce sous des terrains plus anciens, et les beaux travaux de M. Gosselet ont permis de rattacher ce phénomène à un mouvement d'ensemble, qui a poussé l'Ardenne sur le Brabant. Mais de plus, au milieu même des bassins houillers, au Boussu et à Lendlies, les sondages ont trouvé et délimité des îlots de terrains siluriens, dévoniens et carbonifères, entourés de tous côtés par le terrain houiller, et sous lesquels les galeries de recherche ou d'exploitation ont suivi la continuation des couches de houille. C'est le même phénomène qu'au Beausset, permettant ici encore de constater des charriages horizontaux de 4^{km} et 5^{km}. A l'ouest, dans le Boulonnais et dans le Somerset, à l'est, près de Stollberg, les travaux de mines ont révélé des faits analogues. C'est donc là encore sur une zone de près de 900^{km} de longueur, que se retrouvent les traces de grands déplacements horizontaux.

Enfin, plus au nord, sur le bord d'une autre chaîne qui date de l'époque silurienne, ce sont des micaschistes qui ont été poussés sur des terrains siluriens. Les faits ont été constatés d'abord dans le Sutherland, sur la côte occidentale du nord de l'Écosse, où les déplacements horizontaux dépassent 15^{km}. La continuation vient de s'en retrouver dans le nord de l'Irlande, et peut-être au nord-est va-t-elle jusqu'à la Norvège.

Ainsi à toutes les époques, les mêmes phénomènes se sont reproduits avec la même ampleur, et partout leur étude mène à y voir le résultat d'une action d'ensemble, s'exerçant à la fois sur des zones étendues de l'écorce terrestre. Les déplacements horizontaux deviennent une véritable caractéristique des grands mouvements orogéniques, et ils ne peuvent plus laisser aucun doute sur la direction et l'origine des forces qui ont produit ces mouvements.

Une dernière considération permet à l'auteur de préciser la conclusion relative à l'origine de ces forces. Il est clair que dans l'étude de ces phénomènes, nous ne pouvons constater qu'un déplacement *relatif*, c'est-à-dire la différence des déplacements horizontaux de deux tranches successives de l'écorce. Or l'étude de quelques-uns des plis décrits amène à étendre cette notion de déplacements relatifs, et à considérer toute la partie plissée de l'écorce comme composée d'une série de tranches horizontales qui se sont déplacées les unes par rapport aux autres. Les coupes de la côte d'Écosse, publiées par le *Geological Survey*, montrent la réalisation matérielle de cette idée théorique. L'ensemble des observations semble indiquer que ces déplacements s'atténuent rapidement en profondeur, et la même conclusion s'applique alors aux plissements eux-mêmes, puisqu'ils

sont liés à ces déplacements et résultent de la même cause. Les plissements, au lieu d'affecter toute l'écorce solide, seraient ainsi restreints à ses parties superficielles. C'est une conséquence qu'avait déjà laissé prévoir l'interprétation des formules de Fourier : dans la théorie du refroidissement séculaire de notre planète, la couche superficielle, *qui ne se refroidit pas*, est celle qui doit le plus resteindre sa surface pour s'accommoder à sa nouvelle position, et il faut descendre d'un petit nombre de kilomètres (sans qu'on puisse prétendre à préciser ce nombre) pour trouver une couche qui se refroidisse précisément de la quantité nécessaire pour que sa surface contractée corresponde à sa nouvelle position. Les actions de compression et de refoulement atteignent par conséquent leur valeur maxima près de la surface et cessent rapidement en profondeur. Le résultat tiré de l'observation est donc conforme à la théorie du refroidissement séculaire; il est en contradiction avec toutes les autres théories proposées.

Le Rapport qui précède fait comprendre la valeur du Mémoire par lequel M. Marcel Bertrand a répondu à la question que l'Académie avait posée. Ses recherches sur le terrain poursuivies avec persévérance pendant une douzaine d'années, la perspicacité qui a dirigé ces difficiles observations, la logique avec laquelle les résultats ont été discutés, enfin la clarté et la concision avec lesquelles tout le travail est exposé rendent certainement ce Mémoire très digne du prix Vaillant, que la Commission n'hésite pas à lui décerner.

En outre, les faits nouveaux auxquels cet habile géologue est parvenu et la portée qu'il en a fait ressortir, en les coordonnant avec une série d'autres signalés en différentes régions de l'Europe, jettent de la lumière sur l'histoire des actions mécaniques dont le globe porte l'empreinte.

La Commission estime donc que le Mémoire de M. **Bertrand** est digne d'être inséré dans le *Recueil des Mémoires des savants étrangers*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX FONTANNES.

(Commissaires : MM. A. Milne-Edwards, de Quatrefages, Daubrée, Fouqué; Albert Gaudry, rapporteur.)

En 1884, Fontannes recevait de l'Académie le grand prix des Sciences physiques. Deux ans après, il était placé par la Section de Minéralogie

sur la liste de ceux qui pourront devenir ses correspondants. L'année suivante il mourait, encore jeune, dans tout l'épanouissement de son talent. La Paléontologie révèle des horizons si vastes et si inattendus que facilement elle nous passionne; Fontannes, épuisé par des excès de travail, a été enlevé à la Science à la suite des fatigues d'une de ses explorations. Plusieurs années avant de mourir, il avait fait un testament par lequel il fondait à l'Académie un prix de Paléontologie. C'est aujourd'hui la première fois que ce prix va être décerné.

Votre Commission a été embarrassée pour le choix du lauréat; car elle avait devant elle les œuvres de plusieurs savants habiles qu'elle aurait aimé à récompenser. Elle décerne le prix Fontannes à M. **Depéret**, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Lyon.

Pendant longtemps l'Italie a été le pays classique pour l'étude du pliocène, un terrain très intéressant, puisqu'il précède celui où apparaissent les espèces actuelles et notamment l'espèce humaine. Fontannes a entrepris l'examen des faunes pliocènes dans le sud-est de la France et il a publié sur ce sujet un grand et admirable ouvrage. Il s'était occupé surtout des invertébrés. M. Depéret a complété son œuvre par l'examen des Vertébrés. Aujourd'hui, grâce aux recherches de ces deux paléontologistes, il nous est permis de dire qu'il n'y a pas de pays où le pliocène ait été mieux étudié qu'en France.

On ne peut faire l'éloge de M. Depéret sans faire aussi celui du Dr Donnezan, qui lui a fourni ses plus précieux matériaux. Les travaux du nouveau fort de Serrat-d'en-Vaquer, auprès de Perpignan, ont mis à jour la gigantesque *Testudo perpiniana* d'une conservation extraordinaire, deux têtes du *Dolichopithecus*, qui sont les seules têtes de singes fossiles découvertes depuis les fouilles faites en Grèce, le squelette du *Palæoryx boodon*, animal intermédiaire entre les Antilopes et les Bœufs, et bien d'autres fossiles curieux de l'époque pliocène. Pour les recueillir, M. Donnezan n'a reculé devant aucun sacrifice; il les a généreusement donnés au Muséum de Paris et il en a confié la description à M. Depéret, qui les étudie avec soin et talent. La faune du Serrat va devenir une des plus importantes que la Paléontologie ait fait connaître. De tous les pays européens, la France est celui qui, jusqu'à présent, a fourni le plus grand nombre de Mammifères fossiles.

On doit à M. Depéret d'autres publications intéressantes : l'étude des nombreuses espèces des Cerfs pliocènes d'Auvergne, dont la détermination était très difficile; celle de la faune miocène de la Cerdagne et celle des

Vertébrés miocènes de la vallée du Rhône, notamment celle du riche gisement de la Grive-Saint-Alban, dans l'Isère. Ces études ont complété et confirmé celles de Jourdan, MM. Lortet, Chantre, Filhol.

Il a aussi fait d'utiles additions aux recherches stratigraphiques de MM. Scipion Gras, Lory, Falsan, Locard, Fontannes sur les terrains miocènes et pliocènes.

C'est pourquoi votre Commission pense que M. Depéret est très digne de recevoir le prix fondé par l'éminent paléontologiste dont il a été l'ami et le collaborateur.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Daubrée, Fouqué, Des Cloizeaux, Gaudry; Bouquet de la Grye, rapporteur).

L'Académie des Sciences a donné, comme sujet du concours de cette année pour le prix de Géographie physique fondé par M. Gay, l'étude orographique d'une chaîne de montagnes faite par des moyens nouveaux et rapides.

Il a semblé, en effet, à la Commission chargée de faire un choix parmi les questions qui pouvaient rentrer dans le cadre tracé par le donateur, qu'après la description faite à grands traits par les voyageurs et par les géographes des reliefs de notre planète, et en attendant l'heure où il serait possible de faire des levés de détails tels que ceux dont les officiers du Génie ou les officiers d'État-Major nous ont donné de si magnifiques spécimens, il était urgent de chercher un procédé permettant de fouiller rapidement les accidents des terrains et utile de montrer par un exemple particulier que la voie nouvelle permettrait de compléter rapidement nos cartes dans les portions de contrées peu connues, peu explorées.

Certes, on doit de belles études de montagnes à nos officiers; beaucoup

d'entre eux se sont passionnés pour l'œuvre qu'ils accomplissaient, et leurs croquis, appuyés sur une triangulation serrée, révèlent à la fois des topographes sincères et des artistes habiles; mais cette habileté n'est pas donnée à tous, l'œil et la main peuvent être moins exercés qu'il ne faudrait, et c'est pour éviter des erreurs ou des défaillances que M. **Franz Schrader** a imaginé un instrument de levé qu'il a appelé *orographe*.

Cet instrument procède à la fois du théodolite et de la planchette; il permet de dessiner des vues cavalières en traçant tous les accidents avec une facilité remarquable et, ce qui est très précieux, en donnant à chaque point, qu'il soit au-dessus ou au-dessous de l'horizon de l'observateur, sa hauteur relative.

Un crayon, guidé par les mouvements d'une lunette, s'éloigne à cet effet, ou se rapproche d'une ligne circulaire qui figure l'horizon, selon que le point visé est au-dessus ou au-dessous de lui, et, comme il se déplace aussi en azimuth, on a ainsi la possibilité de tracer tous les détails du panorama vu de la station.

Lorsqu'on a des dessins pris de plusieurs stations élevées, il est alors facile de reporter sur un plan les accidents et les formes des terrains.

Ce système, au point de vue théorique, constitue un progrès véritable sur celui dit des *croquis cotés*, et s'il doit céder ultérieurement la place à celui des panoramas photographiques, qui seront à leur tour éclipsés par les vues prises en ballon, il a pris, grâce à M. Schrader un grand développement.

L'inventeur de l'orographe, alpiniste plein d'ardeur, s'étant aventuré, il y a une vingtaine d'années, sur la crête des Pyrénées, avait trouvé, du côté espagnol, des formes de montagnes absolument en désaccord avec celles accusées par les cartes.

L'arête de poisson avec ses projections latérales, que gravent régulièrement les artistes pour séparer la France de nos voisins du côté du sud-ouest, n'avait pas beaucoup de ressemblance avec les formes que dessinent les chaînons sur le versant nord, mais était en opposition complète avec les brisures du terrain du côté espagnol.

Ces différences sautèrent de suite aux yeux de M. Schrader, et il voulut présenter un aspect véritable des reliefs de la montagne dans une carte donnant les environs du massif le moins connu des Pyrénées.

Puis, comme l'amour des cîmes le prenait, comme chaque été lui offrait l'occasion de faire de véritables découvertes géographiques dans une zone qui n'était parcourue que par des douaniers ou des contrebandiers, il ima-

gina son instrument pour l'aider à faire mieux et plus vite; et, ses levés se perfectionnant d'année en année, il est arrivé à un résultat qu'il n'osait envisager à ses débuts, qui est de donner le relief entier des Pyrénées espagnoles, de l'Océan à la Méditerranée.

Il est juste de dire que M. Schrader a su communiquer son enthousiasme de topographe à plusieurs alpinistes devenus ses collaborateurs et amis, et, parmi eux, il cite, dans son Mémoire, M. le comte de Saint-Saud, M. Victor Huot et M. Marius Chesneau; tous marchent d'accord avec leur guide pour faire connaître, dans ses détails, un territoire grand comme la moitié de la Suisse et aussi pittoresque qu'elle.

C'est un magnifique résultat obtenu par une initiative privée, intelligente et dévouée qui a eu comme appui officiel les seuls encouragements du Ministère de l'Instruction publique.

L'Académie pensera, sans doute, qu'il n'est point inutile de donner quelques détails sur cette zone pyrénéenne.

Le versant espagnol reconnu, pour la première fois, sur la majeure partie de la frontière, présente une succession de massifs, dont plusieurs ont une altitude plus grande que celle des sommets appartenant à la ligne séparative.

Le soulèvement pyrénéen a été, en réalité, celui de la terre d'Espagne et la chaîne apparaît comme une rangée de fragments de l'écorce terrestre qui se sont plissés obliquement, puis ont chevauché en s'appuyant presque symétriquement les uns sur les autres et formant des losanges presque réguliers; les deux versants, si ce mot peut encore être employé en ce qui regarde le côté espagnol, ont subi, de la part des agents atmosphériques, des modifications bien différentes.

Au nord, des vents, générateurs des pluies et indirectement des gaves, ont modelé toutes les formes, transformé les cassures du sol en vallées, entraînant des alluvions qui formaient plus bas des plaines, et donnant au pays entier le climat d'une Bretagne plus chaude et plus colorée.

Au sud, le relief primitif paraît subsister; les arêtes sont encore vives, l'air est sec et des orages seuls ravinent les gorges.

Quant à l'orientation des crêtes, elle est assez confuse, et une étude attentive permet seule de constater que leur direction générale est celle des sierras qui vont de la Navarre à la Méditerranée, et celle qui va de Saint-Jean-de-Luz au cap Creus, le S. 60° E.

Indépendamment de cet accroissement de nos connaissances sur le relief d'un pays que nous avons tant de raisons de considérer comme ami,

M. Schrader a contribué à étendre les renseignements géologiques que nous possédions; il a déterminé les limites de différents terrains et signalé de nombreux affleurements des granits.

C'est un ensemble de données nouvelles qui ne pouvaient que confirmer le choix de la Commission, et, à l'unanimité, elle a jugé que M. **Franz Schrader** avait rempli, d'une façon complète, le programme fixé en 1888 pour le prix Gay à décerner cette année.

Elle est heureuse, d'ailleurs, de confirmer, par une haute récompense, les résultats obtenus dans des missions qui avaient reçu l'appui du Ministère des Travaux publics.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Duchartre, Van Tieghem, Trécul, Chatin;
Bornet, rapporteur).

Parmi les Ouvrages envoyés au concours pour le prix Desmazières la Commission a distingué, comme constituant une œuvre plus complètement originale, un Mémoire manuscrit de M. **Maurice Gomont**, intitulé : *Étude monographique sur les Oscillariées*.

Les Algues filamenteuses désignées sous ce nom sont d'une structure remarquablement simple et uniforme; elles se multiplient par segmentation; on ne leur connaît pas de spores. Il en résulte que les caractères propres à les différencier sont en nombre très restreint. D'autre part, dans la majorité des espèces, les filaments se présentent sous deux aspects différents : tantôt ils sont nus, libres et mobiles, tantôt ils sont enfermés dans une gaine. Ces gaines, dans certains genres, s'unissent en un corps plus ou moins nettement limité, ce qui n'empêche pas que, dans ces mêmes genres, les filaments isolés ne soient souvent fort nombreux. Comme en outre les plantes dont il s'agit sont très communes et par conséquent sou-

mises à des conditions variables qui en modifient l'apparence, on a regardé ces divers états d'une même espèce comme formant autant d'espèces distinctes qui ont pris place dans des genres différents. Si l'on ajoute que les Oscillariées constituent un ensemble très homogène où il semble presque impossible, au premier abord, de pratiquer des coupes naturelles, on comprendra que l'accumulation de ces causes d'erreur ait amené une extrême confusion dans la classification des Oscillariées, que les réformes de détail introduites à diverses reprises aient été insuffisantes pour la faire disparaître et qu'une revision générale du groupe était devenue tout à fait urgente.

Ce travail de revision critique a été entrepris par M. Gomont; il l'a poursuivi pendant des années avec une persévérance qui ne s'est pas lassée et qui lui a donné une compétence sans égale dans la connaissance de ces êtres si voisins des Bactériacées. A l'étude des matériaux d'herbier sans lesquels il serait impossible de déterminer avec précision les espèces décrites par les auteurs et de fixer la distribution géographique de ces espèces, M. Gomont a joint l'observation des plantes vivantes, qu'il a suivies dans leurs stations naturelles ou cultivées dans des conditions diverses; il a obtenu ainsi des données instructives sur les formes variées qu'une espèce peut affecter lorsque les conditions de milieu sont modifiées. Mais l'auteur ne s'est pas borné à comparer les formes extérieures des Oscillariées; il en a examiné la structure anatomique et a su trouver des faits nouveaux. Le premier, il a montré que dans toutes les Algues bleues le protoplasme est limité par une membrane propre, qui avait été méconnue ou à peine entrevue jusqu'alors; et il a décrit un organe protecteur qui coiffe la cellule extrême de beaucoup d'espèces dont les filaments mobiles ne sont pas entourés d'une gaine épaisse. Ses observations sur la constitution intime de la cellule des Oscillariées l'ont conduit à se ranger du côté des auteurs qui ne leur reconnaissent ni chromatophores, ni noyau comparable à celui des Algues supérieures.

Après avoir passé en revue les modifications que présentent les diverses parties constitutives des Oscillariées (trichome, gaine) et leur disposition réciproque, M. Gomont fait connaître les caractères qui se sont montrés les plus propres à servir de base à la classification. Il les a trouvés, non dans la partie vivante et active, c'est-à-dire dans le trichome, mais dans les produits de son activité, dans les enveloppes dont il s'entoure. Plus ces organes accessoires sont développés, plus les distinctions deviennent nettes et précises; toutefois ils ne sont bien manifestes que lorsque la

plante a pris la forme la plus complète qu'elle puisse atteindre. Afin d'établir des genres aussi homogènes que possible, l'auteur n'a pas craint d'en multiplier le nombre de manière à n'y réunir que des formes évidemment affines; les groupements ainsi opérés renferment le plus souvent des espèces qui croissent dans des conditions biologiques analogues.

Convaincue que la monographie dont M. **Gomont** a présenté le résumé est destinée à devenir le code des botanistes pour cette partie du règne végétal, votre Commission est unanime à décerner à l'auteur le prix Desmazières pour le Concours de 1890, et souhaite que la récompense qui lui est accordée par l'Académie en assure la prompte publication.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Duchartre, Naudin, Trécul, Chatin, Van Tieghem; Bornet, rapporteur.)

Usant de la liberté que lui confère le fondateur, la Section de Botanique décerne cette année deux Prix Montagne. Elle accorde un prix à M. **Paul Hariot**, préparateur de l'École des Hautes Études, au Muséum, et un second prix à M. le Dr **Albert Billet**, médecin-major de 2e classe au 73e régiment d'infanterie.

1. Les Algues font l'objet des travaux envoyés par M. Hariot. Attaché, par délégation de l'Académie, à la mission scientifique du cap Horn, dans le but spécial d'étudier la cryptogamie de ces parages, M. Hariot a exploré des localités qui n'avaient pas encore été visitées et en a rapporté des collections intéressantes. Une portion de celles-ci fut confiée à divers botanistes qui se chargèrent de les décrire. M. Hariot se réserva l'étude des Algues. Ses recherches, ajoutées à celles de MM. Hyades et Hahn, médecins de la Marine et naturalistes de l'expédition, ont augmenté de 39 espèces, dont 6 nouvelles, le nombre des Algues connues dans ces régions. Cette addition considérable à une flore algologique assez pauvre, car l'énumération faite en 1847 par MM. Hooker et Harvey ne comprenait que 120 espèces, engagea M. Hariot à dresser une liste complète des Algues actuellement connues dans la région magellanique. La valeur d'un travail de cette sorte dépend entièrement du soin qui préside à la vérification des

espèces admises. Sous ce rapport, le Catalogue donné par M. Hariot ne laisse rien à désirer; les 209 espèces citées ont été presque toutes déterminées d'après des exemplaires originaux. En parcourant cette liste, on est frappé du nombre extraordinairement petit des Algues d'eau douce qui vivent dans ce milieu, dont l'humidité constante semblerait devoir favoriser le développement.

Dans une *Liste des Algues recueillies à l'île de Miquelon par M. le Dr Delamare*, M. Hariot énumère 36 espèces, dont l'une est devenue le type d'un genre nouveau. Peu de temps après, il publia une Note instructive sur le genre *Cephaleuros*. Elle sert en quelque sorte de prélude à une série d'observations morphologiques et synonymiques sur le genre *Trentepohlia* qui constituent une monographie complète de ce genre. Les *Trentepohlia* sont des Algues aériennes, extrêmement répandues, remarquables par leur couleur orangée, l'odeur de violette qu'elles exhalent et la part qu'elles prennent dans la composition de beaucoup de Lichens. Décrites à la fois par les lichénographes et par les algologues, variant considérablement de grandeur et d'aspect suivant les conditions où elles se sont développées, les espèces de *Trentepohlia* étaient fort imparfaitement connues et, comme toujours en pareil cas, beaucoup trop multipliées. Malgré les améliorations partielles dues à divers auteurs, parmi lesquels MM. de Wildeman et de Toni occupent un rang distingué, un travail d'ensemble était devenu nécessaire. Par la situation qu'il occupe à l'herbier cryptogamique du Muséum, M. **Hariot** était admirablement placé pour le conduire à bien, et il y a réussi. Sa monographie, accompagnée de Notes critiques étendues et de figures intercalées dans le texte, est fort bien faite et justifierait à elle seule la récompense que lui décerne la Section de Botanique pour l'ensemble de ses publications.

2. Le Travail envoyé par M. Billet est intitulé : *Contribution à l'étude de la morphologie et du développement des Bactériacées*. C'est un Volume de 287 pages, accompagné de 9 planches lithographiées d'après les dessins de l'auteur, qui est consacré à l'étude approfondie de quatre espèces de Bactéries : *Cladothrix dichotoma*, *Bacterium Balbianii*, *B. osteophilum* et *B. parasiticum*. M. Billet les a suivies dans toutes les périodes de leur développement, et il a déterminé l'influence que les modifications de milieu exercent sur elles. Les résultats qu'il a obtenus ne sont pas seulement intéressants pour les espèces étudiées, ils ont une portée beaucoup plus étendue.

Les quatre espèces examinées présentent dans leur évolution plusieurs états différents : état filamenteux, dissocié, zoogléique, qui sont en rapport avec les conditions de milieu. L'ordre dans lequel ces états se succèdent n'est pas fixe; il varie suivant les circonstances, et chacun des états peut se maintenir indéfiniment si le milieu reste le même. L'état filamenteux est l'état végétatif proprement dit; l'état dissocié, celui de la dissémination : c'est alors que les articles, isolés et mobiles, se répandent dans les milieux de culture, et c'est sous cette forme qu'ils sont généralement observés. Enfin, les articles se fixent, s'entourent d'une enveloppe gélatineuse et se groupent en colonies ou zooglées, dont la disposition semble caractéristique et constante pour chaque espèce donnée; ainsi protégée contre les agents extérieurs, la plante est en mesure d'attendre le retour de conditions favorables à une végétation plus active. Si ces observations sont applicables, comme il semble légitime de l'admettre, à toutes les Bactéries, il est évident qu'il ne suffit pas d'indiquer, ainsi qu'on le fait trop souvent, les formes que l'on trouve dans tel ou tel milieu, mais qu'il faut les suivre dans des conditions diverses, observer les modifications qu'elles éprouvent, afin de pouvoir les *spécifier*, suivant l'expression de l'auteur, d'après l'ensemble de leurs caractères.

La Section de Botanique se plaît à reconnaître le mérite des recherches de M. **Billet** en lui attribuant un des prix dont elle dispose.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Ranvier; A. Milne-Edwards, rapporteur.)

Le sujet de concours pour le prix Bordin en 1890 était le suivant :

« *Étude comparative de l'appareil auditif chez les Vertébrés à sang chaud* » (*Mammifères et Oiseaux*.) »

La Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de décerner de prix cette année.

Elle remet le même sujet au concours pour l'année 1891.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle LETELLIER.

(Commissaires : MM. A. Milne-Edwards, de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers; Alfred Grandidier, rapporteur.)

Depuis dix ans, le prix Savigny, qui est destiné à récompenser des zoologistes voyageurs s'étant occupés de l'étude des animaux invertébrés de la mer Rouge ou de l'océan Indien, n'a pas été décerné. Cette année, votre Commission s'est trouvée en présence de plusieurs candidats, dont deux lui ont paru mériter cette récompense.

L'un est le D[r] **Jousseaume**, bien connu par ses travaux de Conchyliologie, qui a fait, de 1887 à 1888, trois explorations successives dans la mer Rouge, dans le but d'étudier les Mollusques de cette région, encore fort mal connus. Aux 760 espèces qu'on y avait antérieurement signalées, il n'en a pas ajouté moins de 300, dont 150 sont nouvelles pour la Science; toutes ces espèces sont différentes de celles qui habitent la Méditerranée et appartiennent à la faune de l'océan Indien.

M. Jousseaume a publié plusieurs Mémoires importants où il résume le résultat de ses explorations. L'étude à laquelle il s'est livré, grâce aux nombreux matériaux qu'il a réunis, lui a permis de constater que les faunes malacologiques du nord et du sud de l'Afrique sont aussi distinctes aujourd'hui que dans les temps primitifs. Les diverses espèces qu'il a trouvées tout à la fois sur la côte du Sénégal et dans le seul golfe d'Aden montrent que jadis l'Afrique était séparée dans toute sa largeur par une vaste mer; mais, tandis que dans le massif abyssinien on trouve un mélange des faunes septentrionale et méridionale, plus à l'ouest, la grande plaine de sable qui a remplacé la mer saharienne a opposé à la dispersion des espèces un obstacle aussi infranchissable que cette mer elle-même.

En outre des 1050 espèces de Mollusques qu'il a collectionnées dans la mer Rouge, M. Jousseaume a rapporté une foule d'insectes divers, de Crustacés, d'Oursins, d'Astéries, de Madrépores, qui ont enrichi notre Musée

d'Histoire naturelle; on lui doit aussi une série de roches et de fossiles recueillis sur les côtes.

Ce court aperçu des résultats obtenus par M. le D[r] **Jousseaume** pendant ses trois voyages successifs suffit pour montrer que l'ensemble de ses belles collections et de ses intéressants travaux a beaucoup augmenté nos connaissances en ce qui touche la faune de la mer Rouge. Aussi votre Commission est-elle unanime à vous demander de lui décerner le prix Savigny.

L'autre candidat que nous proposons aussi pour le prix Savigny est le R. P. **Camboué**, missionnaire à Madagascar, qui, depuis huit ans, s'occupe avec zèle de l'étude des animaux invertébrés de cette grande île, étude à laquelle il consacre tout le temps que ses occupations confessionnelles lui laissent libre. Il a eu la bonne idée d'entreprendre la fondation d'un musée d'histoire naturelle à Tananarive, musée naturellement encore bien modeste, mais qui n'en est pas moins appelé à rendre des services à la Science.

Le P. Camboué a publié des études intéressantes sur les Acridiens et sur les Bombyciens séricigènes de Madagascar, ainsi que sur les Araignées utiles et nuisibles. Il a découvert un grand nombre d'espèces nouvelles dans les divers ordres de la classe des Insectes.

La faune des Fourmis de Madagascar, dont on connaît aujourd'hui plus de cent espèces ou races, est particulièrement intéressante; le P. Camboué a fait une collection importante de ces insectes sous leurs divers états, collection qui jette un jour nouveau sur la géographie myrmécologique.

Parmi les nombreux Hyménoptères qu'il a envoyés, plusieurs sont remarquables et révèlent l'existence à Madagascar de familles qui n'y avaient pas encore été signalées.

Sa collection de Coléoptères, où chaque insecte a son nom indigène, présente un intérêt tout spécial pour les entomologistes.

Nous lui devons aussi, en outre de plusieurs Papillons nouveaux, la description de la chenille et de la chrysalide du magnifique *Urania Ripheus*, sur les affinités duquel cette découverte permet enfin de se prononcer en connaissance de cause.

Les études du R. P. Camboué ne sont pas du reste limitées aux animaux invertébrés. Il a découvert plusieurs plantes nouvelles, et ses études sur la Vigne malgache ont un intérêt réel. En somme, les efforts du P. **Camboué** sont dignes d'éloges et d'encouragement, et les principaux résultats de ses recherches, dont je viens de vous donner le résumé très sommaire, ont décidé votre Commission à lui décerner le prix Savigny.

Votre Commission demande donc à l'Académie de bien vouloir accorder le prix Savigny à chacun des deux candidats dont je viens de vous énumérer les travaux.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Bornet, Van Tieghem, Blanchard, Trécul; Duchartre, rapporteur.)

M. Duchartre, au nom de la Commission, déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix.

Cette proposition est adoptée.

PRIX SERRES.

Commissaires : MM. Ranvier, de Quatrefages, Blanchard, Milne-Edwards; de Lacaze-Duthiers, rapporteur.)

L'Embryologie des animaux a fait de très grands progrès depuis ce milieu du siècle. Alors aussi les théories transformistes ont pris une grande place dans la Science, et leurs partisans, en cherchant pour les appuyer des preuves dans la connaissance des formes larvaires primitives, ont donné une grande impulsion au développement de cette branche de la Biologie.

Une autre cause a encore puissamment aidé ce développement.

La Technique histologique, avec la précision qu'elle donne aux observations difficiles, a permis d'apprendre à connaître les organes et les tissus les plus délicats, dès le début de leur apparition; ce que ne pouvaient faire espérer les dissections les plus soignées et les plus habilement faites. Aussi avec le secours de ces procédés nouveaux les embryogénistes ont-ils fait connaître les premières ébauches des organes bien autrement et bien plus exactement qu'on ne pouvait le faire jadis.

Déjà cependant des savants français avaient montré toute l'importance des recherches sur l'évolution des êtres en les dirigeant surtout vers la Morphologie.

Les Geoffroy Saint-Hilaire avaient en effet, dans les études restées clas-

siques, ouvert la voie des études au point de vue qui doit nous occuper ici. Ils avaient décrit les monstres qu'on rencontre dans la nature et qui leur étaient tombés, au courant du hasard, sous la main. Le *Traité des anomalies* d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire est resté comme un modèle de ce genre d'études; quant à Étienne qui avait entraîné son fils dans cet ordre d'observations, ayant rencontré en Égypte de nombreuses anomalies de l'organisation chez les oiseaux nés dans les fours à incubation, il avait eu la pensée de reproduire des monstres et d'en déterminer la loi de formation. Mais ni l'un ni l'autre des deux Geoffroy n'avaient réalisé ce projet.

M. Serres qui appartenait à leur école s'était de même beaucoup préoccupé de l'Embryogénie qu'il appelait *transcendentale*, et le prix fort important qu'il a fondé montre toute l'importance qu'il attachait à cet ordre d'études.

Ce fut M. **Camille Dareste**, professeur en 1860 à la Faculté des Sciences de Lille, puis directeur d'un laboratoire des Hautes Études à Paris, qui chez nous, par des tâtonnements sans nombre, en variant de toutes façons les conditions de la vie de l'embryon du poulet, chercha à reconnaître la cause d'un grand nombre de formes aberrantes restées inexpliquées jusqu'à lui.

C'est avec une ténacité digne de tous les éloges, sans jamais perdre de vue le but qu'il poursuivait avec cette placidité et cette tranquillité bien connues de tous, qu'il a pendant trente ans, la vie d'un homme, appliqué tous ses soins à produire directement les monstres les plus caractérisés.

Votre Commission a voulu en portant son choix sur les travaux de M. Dareste, alors que de toute part à l'étranger les recherches embryologiques se multiplient, donner une preuve de l'intérêt qu'elle attache à l'œuvre du savant français, qui a incontestablement ouvert une voie nouvelle aux recherches biologiques.

En mainte occasion l'Académie, en mettant au concours des questions d'Embryogénie et en couronnant les travaux ayant pour objet le développement des animaux, a prouvé combien elle désire encourager ces sortes d'études, afin de les voir se multiplier chez nous. Aussi votre Commission a-t-elle pensé qu'elle obtiendrait votre approbation en lui proposant de couronner l'œuvre de notre compatriote.

Les résultats obtenus par M. Dareste dans ses expériences sont bien connus de l'Académie, car il n'a jamais manqué de les lui communiquer. Aussi dans de telles conditions un Rapport long et détaillé n'a pas été jugé nécessaire.

Nous rappellerons cependant que M. Dareste a réuni dans un Volume toutes ses observations et qu'ainsi il a publié un vrai traité de *Tératogénie expérimentale*; que ce livre épuisé va reparaître prochainement en une seconde édition, fait qui mérite d'être signalé car il montre l'importance et la valeur du livre. Pour un sujet aussi spécial que la production des monstres, et ne pouvant, ne devant, par sa nature même, intéresser qu'un nombre relativement restreint de lecteurs, une seconde édition est en effet une preuve d'un mérite incontestable.

Nous rappellerons encore que la notoriété de M. Dareste est telle, à l'étranger, qu'un embryologiste émérite, un savant allemand, M. L. Gerlach, lui a dédié un livre sur le développement des animaux, comme marque d'une estime toute particulière pour ses recherches.

Faut-il citer en terminant un ou deux faits montrant l'esprit qui a guidé l'auteur de la Tératogénie expérimentale?

Ses observations sur l'origine des monstres cyclopes sont vraiment curieuses et originales.

La cellule cérébrale antérieure, dans laquelle se produira la partie antérieure du cerveau, se gonflant sur ses côtés, engendre les vésicules optiques destinées à la formation des yeux. A ce moment, le bouton terminal de l'ébauche embryonnaire rappelle les trois lobes d'un trèfle. Que le lobe médian s'arrête dans son évolution et les deux vésicules optiques, croissant toujours, viendront se rencontrer, se souder au devant du lobe médian resté stationnaire qui aurait dû les tenir écartées; alors sur le milieu de ce qui aurait dû être le front on ne trouvera qu'un œil et la fable du Cyclope est réalisée.

Voici une autre explication d'une anomalie non moins intéressante. On rencontre des monstres ayant un cœur double, alors que dans l'état normal l'unité de l'organe, par son apparence extérieure, est une loi constante.

Pour se rendre compte de cette anomalie, M. Dareste a dû remonter aux premières origines de l'organe. Il l'a vu naître par deux moitiés symétriques placées à droite et à gauche sur les bords de la nacelle embryonnaire, tout près et en arrière des points où seront plus tard les vésicules optiques.

Peu à peu dans chacun de ces points se montrent deux tubes qui, se développant et marchant à la rencontre l'un de l'autre vers la ligne médiane, s'y soudent et forment le cœur unique qui, on le voit, a commencé par être double.

Cette découverte, expliquant par un arrêt de développement la duplicité

monstrueuse du cœur, a longtemps passé inaperçue; et les embryologistes qui ont cru, plus tard, avoir découvert la double origine de l'organe central de la circulation, ont dû rendre justice à M. Dareste en confirmant ses études et reconnaissant ses droits à la priorité.

Ainsi la même cause, un arrêt de développement, peut amener des effets tout différents en permettant la fusion de deux organes qui devaient rester isolés, ou bien conduire à un organe double, destiné dans les circonstances normales à être simple, par suite de la non soudure des deux parties par lesquelles il débute.

Ne peut-on imaginer et expliquer que le cœur double du Dragon représente une apparence persistante de cette double origine de l'organe central de la circulation?

Ces deux exemples suffisent, pour montrer dans quelle voie féconde s'est engagé M. Dareste qui, il faut le reconnaître, a fait preuve d'un grand courage pour mener son œuvre à bonne fin, n'ayant pas toujours eu à sa disposition des moyens suffisants de travail pour accomplir des recherches nécessairement coûteuses, longues et difficiles. Combien peu, surtout aujourd'hui, auraient voulu rester cantonnés dans un champ aussi peu attrayant que celui de la création des monstres? combien se seraient rebutés et auraient abandonné ces observations ingrates et difficiles?

Aussi votre Commission a été unanime à louer M. **Dareste** et à l'unanimité, de même, elle propose de décerner le prix Serres à l'auteur de la *Tératogénie expérimentale*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Richet, Charcot, Brown-Séquard, Bouchard, Marey, Larrey, Ranvier, Sappey; Verneuil, rapporteur.)

Si nous avions quelque crainte de voir se tarir ou même se ralentir la productivité scientifique afférente à la Science médicale, nous serions

rassurés par le nombre et la valeur des travaux qui concourent cette année pour les prix de la fondation Montyon ; et si nous avons un regret à exprimer, c'est uniquement de ne pouvoir disposer d'un nombre de récompenses égal à celui des œuvres méritantes que nous avons eu à juger.

Nous allons vous exposer les résultats de notre sélection.

Nous placerons d'abord au premier rang les *Leçons cliniques sur les maladies des voies urinaires*, par M. le Dr **Félix Guyon**, professeur à la Faculté de Médecine, chirurgien de l'hôpital Necker, fruit d'études spéciales incessantes poursuivies depuis plus de vingt ans par un homme qui, en outre, et depuis son entrée dans la carrière, cultive, pratique et enseigne la Chirurgie générale, cet Ouvrage laisse bien loin en arrière tous les traités d'Urologie chirurgicale passés et présents.

Non seulement on y trouve des descriptions nosographiques d'une exactitude et d'une clarté remarquables, des règles excellentes pour arriver au diagnostic parfois malaisé, des préceptes aussi sages que fermes pour la thérapeutique opératoire ou non, mais, à chaque pas, on rencontre des aperçus ingénieux, des idées originales, des jugements sagaces, des critiques pénétrantes, la rectification des données fausses et la promulgation de conceptions nouvelles. A force d'observation patiente, l'auteur est arrivé à de véritables découvertes sur un terrain foulé en France surtout depuis près de trois siècles.

Certes un pareil livre mérite bien une haute distinction et ce n'est pourtant qu'une partie de l'œuvre considérable de M. **Guyon** ; nous avons donc le devoir et aussi le plaisir de rappeler que le maître a groupé autour de lui un nombre considérable de disciples des plus distingués qui marchant sur ses traces accroissent chaque jour le domaine scientifique et, comme praticiens, portent avec autant de droiture que de dignité le drapeau de leur spécialité.

L'École française d'Urologie chirurgicale étant aujourd'hui une des gloires les plus incontestables et certainement la moins contestée de notre pays, il est juste d'en honorer le chef comme il le mérite.

C'est encore à l'œuvre entière d'un médecin instruit et laborieux plutôt qu'à tel ou tel de ses travaux que nous vous proposons d'accorder également un de vos prix.

M. le Dr **Auguste Ollivier**, à la fois hygiéniste autorisé et clinicien consommé, a mis en lumière un nombre considérable de faits mal connus avant

lui, sinon ignorés. On peut citer, entre autres : la néphrite albumineuse chez les ouvriers qui manipulent le plomb; diverses lésions dépendant de l'état de grossesse, telles que le goître et certaines altérations des valvules du cœur; les hémorrhagies viscérales et les troubles sécrétoires, conséquences de l'irritation du cerveau par les épanchements sanguins; l'angine herpétique considérée comme le zona d'une branche du trijumeau; la glycosurie causée par l'inhalation des vapeurs de charbon, etc.

Dans une série d'études hygiéniques remarquables relatives à diverses maladies contagieuses de l'enfance, M. Ollivier a proposé des mesures dont l'adoption a déjà donné ses fruits en diminuant d'une manière notable la proportion et la gravité de ces maladies.

Rappelons qu'à deux reprises l'Académie des Sciences a déjà accordé des mentions honorables aux Ouvrages de M. **Ollivier**.

Le troisième Ouvrage que nous vous proposons de récompenser est le *Traité d'Anatomie artistique avec description des formes extérieures du corps humain au repos et dans les principaux mouvements*, orné de 120 Planches dessinées par l'auteur, M. le Dr **Paul Richer**, à la fois médecin, anatomiste, physiologiste et artiste fort distingué.

Les peintres et les sculpteurs avaient compris depuis longtemps la nécessité des études de ce genre, et quelques-uns s'y étaient personnellement adonnés; de leur côté, les médecins et les chirurgiens admettaient toute l'importance d'une connaissance exacte des formes extérieures, et personne cependant n'avait entrepris de combler une lacune aussi nuisible à l'Art qu'à la Science, si ce n'est même plus fâcheuse pour le médecin que pour tout autre.

« Nous devrions, a dit notre éminent confrère, M. Charcot, connaître le nu aussi bien et même mieux que les artistes; un défaut de dessin chez le peintre et le sculpteur est grave, sans doute, au point de vue de l'art, mais n'a pas, en somme, au point de vue pratique, de conséquences majeures; mais que dirait-on d'un chirurgien ou d'un médecin qui prendrait une saillie, un relief normal pour une déformation, ou inversement. »

Sans chercher à analyser en détail le livre de M. **Paul Richer**, nous dirons seulement comment il a procédé. Après avoir d'abord dessiné les os séparément, il les groupe ensuite comme ils le sont dans le squelette, puis, quand ils sont réunis par les liens articulaires. Il en fait de même pour les muscles avec lesquels il recouvre successivement l'ossature, de la profondeur à la surface, après quoi il revêt le tout avec les téguments

et figure ainsi les contours extérieurs. Ceci fait, il fait prendre à ses modèles les attitudes les plus usuelles, telles qu'elles résultent de l'action des muscles, et les fixe par le dessin.

On arrive ainsi sans effort à comprendre les changements de forme, leurs causes et leur mécanisme, tout aussi bien que l'on prévoit les effets produits dans chaque partie et chaque région par les mouvements isolés ou combinés.

Nulle œuvre de ce genre n'existe dans la littérature étrangère.

Parmi les travaux qui nous ont paru mériter d'être mentionnés, nous rangerons :

1° L'Ouvrage de M. le Dr **Mauriac**, médecin de l'hôpital du Midi, intitulé : *Des accidents primaires, secondaires et tertiaires de la syphilis*, en deux gros volumes remplis de faits intéressants et qui font ressortir toutes les qualités de l'auteur.

2° Le *Traité pratique de la chirurgie d'armée*, par MM. **Chauvel** et **Nimier**, professeurs à l'École du Val-de-Grâce, Ouvrage où se trouvent condensées les données les plus récentes et les plus solides de cette importante partie de l'art chirurgical.

3° *L'épidémie de grippe à Oyonnax (Ain) en* 1889, par M. le Dr **Fiessinger**, qui, perdu dans un coin de la province, a cependant observé très judicieusement les caractères, la marche, et la nature de la singulière maladie qui a sévi sur le monde entier.

Deux auteurs nous semblent avoir droit à être cités :

M. **Coutaret** pour son *Étude sur la dyspepsie et le catarrhe gastrique*.

M. **Pichon** pour divers Mémoires *sur les maladies de l'esprit, les morphinomanes, les persécuteurs et les persécutés*.

En résumé, votre Commission vous propose d'accorder les prix Montyon à MM. **Guyon**, **Ollivier** et **P. Richer**; des mentions honorables à MM. **Mauriac**, **Chauvel** et **Nimier**, **Fiessinger**; des citations à MM. **Coutaret** et **Pichon**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Richet, Charcot, Brown-Séquard, Verneuil; Bouchard, rapporteur).

M. G. Collin, professeur honoraire à l'Ecole d'Alfort, Membre de l'Académie de Médecine, a adressé pour le concours du prix Bréant un important travail sur le choléra des oiseaux de basse-cour. C'est une étude qui n'est pas faite à la mode du jour et où l'on regrettera de ne pas trouver les renseignements bactériologiques que l'on serait en droit d'attendre, mais où sont traitées avec un soin minutieux, qui n'est malheureusement plus dans nos habitudes, les questions de symptomatologie, d'anatomie pathologique macroscopique, d'étiologie.

L'auteur a étudié à l'aide de l'observation et de l'expérimentation les divers modes de transmission de la maladie et l'a poursuivie dans ses migrations dans des espèces animales où elle est d'ordinaire méconnue, et en particulier chez bon nombre de mammifères.

La Commission accorde à M. G. Collin, un prix, sur la rente de la fondation Bréant.

Elle accorde également un prix, sur la rente de la même fondation à M. A. Layet, professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux, pour son *Traité pratique de la vaccination animale*, à la fois pour montrer l'importance qu'elle reconnaît à ce livre éminemment utile, et pour témoigner de son estime au créateur de l'Institut vaccinal de Bordeaux, à l'hygiéniste qui a fait tomber la mortalité variolique de 200 pour 100000 habitants en 1881, à 1,4 en 1888.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Brown-Séquard, Richet, Larrey; Verneuil, rapporteur.)

La tendance de plus en plus marquée à la spécialisation chirurgicale explique comment sont toujours nombreux les compétiteurs au prix

Godard, institué pour signaler et récompenser les meilleurs travaux relatifs à la Pathologie et à la Thérapeutique des voies génito-urinaires.

Votre Commission, toutefois, n'a distingué que deux travaux.

Le premier, hors ligne à la vérité, est le *Traité de Gynécologie clinique et opératoire,* par M. le Dr **Pozzi**, agrégé à la Faculté de Médecine de Paris et chirurgien de l'hôpital de Lourcine.

Ce Livre, de plus de 1100 pages grand in-8 avec 500 planches intercalées dans le texte, est à coup sûr le plus complet et le mieux fait qui existe aujourd'hui, tant en France qu'à l'étranger, sur une question qui préoccupe beaucoup et certainement outre mesure les praticiens. Composé sans précipitation, à l'aide de matériaux choisis, avec le désir bien arrêté de faire œuvre durable et utile, il est écrit avec clarté, précision, impartialité, bonne foi et connaissance approfondie du sujet, qualités qu'on trouve rarement réunies chez les auteurs, qu'ils soient écrivains originaux ou simples compilateurs.

On s'étonnera moins de les rencontrer dans le *Traité de Gynécologie,* quand on songera que, avant de se spécialiser, M. Pozzi a été (et restera, il faut l'espérer) encyclopédiste, c'est-à-dire tout à fait au courant des diverses branches de notre science chirurgicale, ce qui lui a permis de remplir une tâche particulièrement difficile.

Les maladies des femmes, en effet, qui rentrent cependant fort aisément dans les cadres de la Chirurgie usuelle et vulgaire, ont été le sujet d'un nombre incroyable de publications, dont beaucoup, presque sans valeur, n'ont d'autre but que d'attirer le public, dont quelques autres attestent plutôt l'ingéniosité que le sens pratique de leurs auteurs. Il était indispensable de fouiller dans ce chaos pour en extraire le bon grain et en rejeter l'ivraie; il fallait encore aider les praticiens à faire un choix motivé entre les ressources thérapeutiques et opératoires. Il était bon surtout de montrer que si, en France, nous avons moins produit comme quantité, nous pouvons revendiquer largement notre part pour la priorité et la valeur des idées émises aussi bien que pour les résultats pratiques.

Toutes ces tâches ont été remplies par M. Pozzi de la façon la plus satisfaisante, et surtout la dernière, qui nous affranchit d'une soi-disant prééminence étrangère qui n'a jamais existé.

Votre Commission vous propose, en conséquence, d'accorder le prix Godard à M. le Dr **Pozzi**.

Le second Ouvrage qui mérite de vous être signalé est le *Traité des maladies du testicule et de ses annexes*, par deux de nos chirurgiens les plus laborieux et les plus instruits, agrégés en Chirurgie de notre Faculté de Paris, MM. **Ch. Monod** et **O. Terrillon.** Si nos journaux périodiques et les Bulletins de nos Sociétés savantes renfermaient de nombreux documents, si les articles de nos Dictionnaires étaient consciencieusement élaborés, nous n'avions cependant pas de Traité classique complet sur la matière et ici encore il nous fallait nous instruire dans des Ouvrages étrangers, où nos travaux français étaient à peine mentionnés. Aujourd'hui la lacune est comblée et nous avons une œuvre au courant de la Science et qui même la fera progresser.

C'est pourquoi nous proposons d'accorder une mention honorable à MM. **Ch. Monod** et **O. Terrillon.**

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Chatin, Charcot, Duchartre ; Verneuil, rapporteur).

Votre Commission vous propose d'accorder le prix Barbier à M. **Claude Martin**, dentiste à Lyon, pour son livre, précédé d'une élogieuse préface de notre éminent confrère le Professeur Ollier, et qui traite : *De la Prothèse immédiate appliquée à la résection des mâchoires, de la Rhinoplastie sur appareil prothétique permanent et de la Restauration de diverses parties de la face, lèvres, nez, langue, voûte et voile du palais*, avec 230 figures intercalées dans le texte.

Il s'agit là d'une œuvre des plus originales et qui fera certainement époque dans l'histoire de l'anaplastie appliquée aux vices de conformation, blessures et mutilations préméditées de la face. Jusqu'ici ces difformités avaient été corrigées soit primitivement par les opérations sanglantes, soit consécutivement par la prothèse, et sur ce terrain les chirurgiens et fabricants d'appareils ou d'organes artificiels luttaient depuis longtemps, avec des succès variés.

C'est alors que M. Martin conçut l'idée non plus d'achever tardivement l'œuvre opératoire pour en réparer les dégâts, mais bien d'y collaborer dès la première heure et d'associer d'emblée les deux temps principaux de

l'acte chirurgical, à savoir : la destruction nécessaire des parties malades et la réparation immédiate du déficit.

Après de longues années d'essais et d'études, à force d'habileté, d'ingéniosité et de soins minutieux, il a le premier réalisé, contre toute attente, une combinaison excellente de l'instrument tranchant et de la pièce prothétique.

M. **Claude Martin** appuie ses assertions sur des observations nombreuses prises avec soin et sur dessins photographiques tout à fait concluants; il nous a, l'an dernier, lors de l'Exposition universelle, montré son incomparable collection d'appareils, de moulages et son magnifique atlas de prothèse; il a poussé le désir de nous convaincre jusqu'à faire venir à ses frais de divers points de la France un bon nombre de ses clients, vivants témoignages de ses brillants succès.

Nous vous proposons également d'accorder une mention très honorable à M. **Gaston Lyon**, pour son travail sur l'analyse du suc gastrique, et à M. **Dupuy** pour son volumineux Traité des alcaloïdes.

M. **Tscherning** nous a soumis un travail extrêmement important sur le cristallin et son rôle dans l'accommodation. Les faits signalés dans ce travail conduisent à une conclusion qui ne serait rien moins qu'une modification réduite à la théorie classique de l'accommodation. Ces faits doivent être soumis à une minutieuse vérification, et votre Commission, en renvoyant l'examen de ce travail à l'année prochaine, vous demande de vouloir bien adjoindre à la future Commission du Prix Barbier deux Membres : un physiologiste et un physicien qui auront pour mission de l'assister dans l'examen des expériences de M. **Tscherning**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Bouchard, Charcot, Marey, Brown-Séquard, Ranvier; Verneuil, rapporteur).

L'attention de la Commission s'est fixée sur deux travaux remarquables. Le premier a pour titre :

Des polynévrites en général et des paralysies et atrophies saturnines en parti-

culier. Étude clinique et anatomo-pathologique; par Mme **Dejérine-Klumpke**, Docteur en Médecine de la Faculté de Paris.

L'auteur, qui dans cette œuvre très originale fait preuve de connaissances fort étendues et d'un esprit sagace, démontre péremptoirement :

1° Qu'un bon nombre d'affections nerveuses étudiées surtout par Duchenne (de Boulogne) et Landry, et considérées comme des maladies de la moelle épinière ne sont le plus souvent que des polynévrites périphériques.

2° Que ces inflammations des nerfs doivent, au point de vue de leur origine, être distinguées en *polynévrites infectieuses* et *polynévrites toxiques.*

3° Que différentes localisations ordinaires de la paralysie saturnine peuvent se retrouver dans des affections où le plomb ne joue aucun rôle et qui dépendent simplement d'un état morbide de la moelle épinière, des nerfs périphériques ou des muscles eux-mêmes.

Ces données, pour la plupart nouvelles où ayant été par l'auteur mieux établies que jamais, ont une grande importance clinique et ont paru à votre Commission dignes d'être récompensées.

Le second travail intitulé : *Les agents provocateurs de l'hystérie*, est dû à M. **Georges Guinon**.

L'auteur énumère et étudie les influences qui, en dehors de la cause primordiale (prédisposition et sans doute hérédité) de cette névrose, en provoquent communément l'apparition. Ces influences sont fort nombreuses et peuvent être multipliées à l'infini, n'étant pour la plupart que des causes secondaires banales; mais on peut compter parmi les principales : les émotions, l'éducation, les tentatives d'hypnotisation, le traumatisme, le choc de la foudre; puis encore les maladies aiguës ou infectieuses, les intoxications aiguës (chloroforme) ou lentes (plomb, mercure, alcool, sulfure de carbone); les états morbides amenant un grand affaiblissement de l'organisme (hémorrhagies, anémie, surmenage, excès divers); les maladies de l'appareil génital, et enfin celles du système nerveux, bien qu'il s'agisse plutôt dans ce dernier cas d'associations morbides que de maladies provocatrices et provoquées.

M. Guinon a étudié avec soin le mode d'action de ces nombreux agents provocateurs; après avoir prouvé à l'aide de très nombreuses observations cliniques que c'est bien toujours de l'hystérie qu'il s'agit, qu'elle reste toujours la même quel que soit l'agent qui l'a provoquée, et qu'il n'y a donc pas une hystérie saturnine, une hystérie anémique, une hystérie trauma-

tique, il établit que si quelquefois l'agent provocateur imprime un cachet un peu spécial à l'accident hystérique qu'il engendre, c'est toujours d'une façon accessoire.

Si dans un bon nombre de cas l'hystérie ou l'accident hystérique se développe par suggestion ou auto-suggestion, dans d'autres où cette origine est inadmissible on peut supposer qu'il s'agit d'un trouble nutritif général portant spécialement sur le système nerveux.

L'œuvre de M. Guinon fixe en quelque sorte l'état actuel d'une question fort controversée; elle se distingue en plus, par la valeur des documents cliniques et par son caractère éminemment scientifique. Tous ces mérites ont paru à votre Commission valoir une récompense. C'est pourquoi nous avons l'honneur de vous proposer de partager le prix Lallemand entre Mme **Dejérine-Klumpke** et M. **Georges Guinon.**

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX DUSGATE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Charcot, Marey, Verneuil; Brown-Séquard, rapporteur.)

La Commission a reçu trois Mémoires manuscrits et un livre. Aucun de ces travaux ne lui a paru mériter le prix. L'un d'eux est cependant fort remarquable : il est présenté par un **Anonyme**, avec l'épigraphe : *Fac non spera*. L'auteur a traité d'une façon très originale une partie du sujet. Malheureusement, il a laissé de côté nombre de points importants, ainsi que toute la question des inhumations précipitées. Il nous est donc impossible de le désigner comme digne du prix. Mais, en raison de la grande valeur de son examen critique des principaux signes de la mort et des faits nouveaux qu'il rapporte et qui montrent la possibilité du retour à la vie d'un cœur paraissant mort, nous proposons qu'il lui soit alloué une récompense.

M. **Gannal** nous présente, avec plusieurs brochures, la seconde édition de son livre bien connu sur la mort apparente et les inhumations précipitées. Cet auteur a étudié avec soin la plupart des signes de la mort et les moyens d'obvier aux inhumations précipitées. Mais il a négligé de parler de plusieurs signes importants de la mort, et son étude de la rigidité ca-

davérique et de la putréfaction n'est pas au courant de l'état de la Science. Malgré ces fautes, une grande partie du livre de M. Gannal a assez de valeur pour que nous croyions devoir proposer qu'une récompense lui soit donnée.

Un **Anonyme** (dont l'épigraphe est : *L'egalité devant la mort*) a présenté un travail, malheureusement loin d'être complet et montrant une insuffisance de connaissances sur plusieurs des signes de la mort. Comme il y a, cependant, quelques parties excellentes dans ce travail, nous proposons de donner à l'auteur une récompense.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

CONCOURS BELLION.

(Commissaires : MM. Charcot, Brown-Séquard, Larrey, Verneuil; Bouchard, rapporteur).

La Commission ne décerne pas de prix.

Elle accorde deux encouragements : l'un, à M. **H. de Brun** (*Étude sur l'action thérapeutique du sulfate de cinchonidine*); l'autre, à MM. **A. Morel-Lavallée** et **Bélières** (*Syphilis et paralysie générale*).

Elle accorde, en outre, une mention honorable à M. le Dr **Sutils** (*Guide pratique des pesages*) et à M. le Dr **Bedoin** (*Notions élémentaires d'hygiène publique*).

PRIX MÈGE.

Commissaires : MM. Bouchard, Charcot, Verneuil, Marey; Brown-Séquard, rapporteur).

Un travail de M. **Nicaise**, chirurgien très distingué, a été renvoyé à la Commission. Il a pour titre : *Physiologie de la trachée et des bronches : déductions pathogéniques et pathologiques*. Ce travail est surtout remarquable par la démonstration expérimentale qu'il contient d'un fait nouveau, en oppo-

sition avec ce qui était admis à l'égard de l'action de la trachée dans les mouvements respiratoires. M. Nicaise a trouvé en effet que, contrairement à ce qu'on croyait, la trachée se contracte dans l'inspiration et se dilate dans l'expiration.

Il a tiré de ce fait nombre de conclusions du plus haut intérêt pour la Médecine et la Chirurgie.

La valeur pratique de ces déductions est assez grande, croyons-nous, pour que le prix soit donné à M. Nicaise.

La Commission accorde à M. **Nicaise**, à titre de prix, la rente de la fondation.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.)

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Chauveau, Charcot, Brown-Séquard, rapporteur.)

La Commission a eu à examiner de nombreux travaux, presque tous fort intéressants. Parmi les compétiteurs, deux, MM. **Wertheimer** et **Gley**, se trouvant également dignes du prix, elle demande à l'Académie de le leur décerner.

Les travaux originaux, présentés pour le prix par le moins jeune de ces deux physiologistes distingués, M. E. Wertheimer, sont nombreux. Nous ne parlerons ici que des plus importants.

La grande question de savoir si les mouvements respiratoires ont un centre unique, dans le bulbe rachidien, a fait un immense progrès vers une solution, grâce aux expériences ingénieuses et variées de M. Wertheimer. Il a montré, dans deux Mémoires très considérables, et d'une manière bien plus décisive qu'on ne l'avait fait avant lui, que la moelle cervicale, même chez des Chiens adultes, fait tellement partie du centre respiratoire qu'elle peut à elle seule servir à la respiration.

Les expériences qu'il a faites pour établir que la moelle cervicale possède cette fonction lui ont donné l'occasion de faire la découverte, extrêmement intéressante et absolument imprévue, que le trouble respiratoire si curieux que l'on appelle phénomène Cheyne-Stokes ne dépend pas essentiellement du bulbe rachidien, comme on le croyait, puisque ce type particulier de la respiration se montre encore lorsque les mouvements thoraciques et diaphragmatiques sont uniquement sous l'influence de la moelle cervicale. Dans le Mémoire, remarquable à beaucoup d'égards, qu'il a publié sur le phénomène Cheyne-Stokes, il a donné une théorie parfaitement acceptable de ce phénomène et fait voir qu'il appartient à des conditions physiologiques générales qui peuvent produire, dans le cœur, quelque chose d'analogue à ce qui se passe dans la respiration.

» Dans un travail fait en commun avec M. Surmont, M. Wertheimer donne la solution de la qnestion de savoir si la lumière, quand elle produit l'éternuement, le fait par une action sur la rétine ou sur la cornée. Une expérience décisive montre que ce sont les nerfs cornéens qui sont alors influencés.

Dans des Mémoires très remarquables faits en commun avec M. Meyer, M. Wertheimer rapporte nombre de faits nouveaux fort intéressants, relatifs à l'influence de la déglutition sur le rythme du cœur, à la capacité respiratoire du sang, au passage de la matière colorante du sang dans la bile et aux échanges entre la mère et le fœtus.

La Commission, sans tenir compte de ces derniers travaux, a pensé que les recherches expérimentales qui appartiennent en propre à M. Wertheimer le rendent digne du prix de Physiologie expérimentale.

M. Gley, auquel la Science doit déjà nombre d'excellents travaux, n'en a présenté que trois à l'appréciation de la Commission. Ils suffisent amplement, du reste, pour le rendre digne du prix. L'un d'eux ouvre une voie nouvelle aux recherches sur la physiologie du système nerveux, en montrant qu'il peut y avoir pour les glandes des actions spéciales inhibitoires, semblables à celle dont nous allons parler, qui a lieu pour le cœur. Cette conclusion ressort de faits intéressants, ayant pour objet l'innervation de la glande sous-maxillaire et spécialement la suspension d'actions nerveuses excito-sécrétoires.

Dans les deux autres Mémoires de M. Gley, il rapporte des faits établissant l'existence, chez les Mammifères, de la loi d'inexcitabilité périodique du cœur, que notre confrère M. Marey a constatée chez les Grenouilles. L'Auteur a été plus loin et il a essayé d'expliquer l'inexcitabilité du cœur

à certains moments. Son explication n'est pas démontrée, mais elle est en harmonie avec nombre d'autres qui semblent établir que, suivant l'état de parties en activité ou douées de puissance d'agir, une irritation peut produire, soit de l'inhibition, soit une augmentation d'action, soit enfin une action. C'est ce que votre rapporteur a montré pour l'iris après la mort.

La découverte de plusieurs faits par M. **Gley**, l'esprit sagace dont il fait preuve et l'originalité des vues nouvelles qu'il a émises, nous conduisent à demander à l'Académie que le prix de Physiologie expérimentale lui soit décerné ainsi qu'à M. E. **Wertheimer**.

La Commission propose qu'une mention honorable soit donnée à M. **Alix**, pour un livre sur l'*Esprit de nos bêtes*, et à MM. **Arthaud** et **Butte**, pour divers travaux fort intéressants de Physiologie expérimentale.

Elle propose aussi qu'une citation honorable soit donnée à MM. **A.-B. Griffiths** et **Lenoble du Teil**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Ranvier, Charcot, Sappey,
Brown-Séquard, Bouchard).

L'Académie avait proposé, pour sujet des prix à décerner en 1890, la question suivante :

« *Des propriétés et des fonctions des cellules nerveuses annexées aux organes*
» *des sens ou à l'un de ces organes.* »

Le prix n'est pas décerné et la question est retirée du Concours.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Schlœsing, Fremy, Troost, Schützenberger; Bouchard, rapporteur.)

La Commission accorde le prix des Arts insalubres à M. C. **Tollet**, à l'occasion de la publication de ses deux volumes sur l'assistance publique et les hôpitaux, comme récompense de ses travaux d'hygiène relatifs à la construction des hôpitaux civils et militaires. On sait que les efforts et la persévérance de M. Tollet ont porté leurs fruits; que Paris possède deux hôpitaux construits sur ses indications et qu'on vient d'inaugurer récemment le grand hôpital de Montpellier. Les résultats obtenus à Paris au point de vue de l'hygiène sont des plus encourageants, et nombre de chirurgiens des hôpitaux ont, pour des opérations délicates, préféré quitter momentanément leur hôpital ordinaire et se transporter à l'hôpital Bichat construit suivant le système de M. **Tollet**. Les points principaux de ce système sont la dissémination des masses hospitalisées, la division de l'hôpital en petits pavillons indépendants, suffisamment séparés les uns des autres, l'existence d'un seul étage, la suppression des greniers, la ventilation ascendante rendue facile par la forme ogivale de la construction, la réduction au minimum des surfaces intérieures.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Mascart, Bertrand, Bouquet de la Grye, Fizeau; Alfred Grandidier, rapporteur).

La Mission de Madagascar compte, au nombre de ses membres, plusieurs savants distingués. Nous avons déjà donné à l'un d'eux, le R. P. Roblet, un prix pour ses belles études topographiques dans l'Imerina et le pays des Betsiléo. Un autre missionnaire, qui s'occupe, avec un zèle et une ardeur

dignes d'éloges, des animaux invertébrés et des plantes de Madagascar, est, cette année même, l'un de vos lauréats. Enfin, votre Commission a décerné au R. P. Colin, directeur de l'Observatoire de Tananarive, le prix Jérôme Ponti.

Dès 1880, à ma demande, Mgr Cazet avait fait installer dans la Mission un petit observatoire météorologique, bien rudimentaire, dans lequel ont été faites, jusqu'au jour où les Français ont été expulsés de Madagascar, des observations quotidiennes sur la chute des pluies, sur la pression de l'air, sur son état hygrométrique et sur sa température.

Une fois la paix conclue, nos missionnaires, désireux de rendre à la Science tous les services en leur pouvoir, eurent l'idée excellente d'avoir non plus seulement un observatoire météorologique muni d'instruments perfectionnés, mais encore un observatoire astronomique, et, dans ce but, ils ont construit à une petite distance dans l'est de Tananarive, au sommet d'une montagne haute de 1400^{m}, un bel édifice qui domine tout le pays environnant.

Ce ne fut qu'après bien des démarches et bien des pourparlers, à la fin d'avril 1889, que Mgr Cazet obtint enfin du gouvernement malgache la concession de terrain nécessaire. Commencé aussitôt, l'édifice, grâce à l'activité et au zèle du directeur, le R. P. Colin, a été bâti en sept mois, bien que dans ce pays on ne dispose ni de charrettes pour transporter les matériaux, ni de grues pour soulever et mettre en place les gros blocs de granit sur lesquels ont été construits les murs en briques du bâtiment. Les transports se font tous à dos d'homme, et c'est par le nombre que les ouvriers suppléent à l'absence des engins dont nous nous aidons dans nos grands travaux en Europe.

Cet observatoire a la forme d'un T et comprend quatre pavillons circulaires, surmontés chacun d'une coupole, dont les trois qui forment la façade principale sont alignés suivant le méridien, et dont le quatrième est placé à l'extrémité d'une galerie construite à angle droit avec le bâtiment principal; le pavillon central a 8^{m} de diamètre. Il est déjà muni d'un cercle méridien de Rigaud et d'une lunette équatoriale. Son zélé directeur s'est occupé cette année à en déterminer la longitude par la méthode des culminations lunaires et la latitude par un grand nombre de hauteurs. En outre des observations astronomiques ordinaires, il se propose de coopérer à la Carte du ciel, et, en effet, les conditions de climat qui, pendant de longues périodes, sont exceptionnellement favorables dans la région centrale de Madagascar, la transparence de l'atmosphère qui y est très

grande, lui permettront de rendre sous ce rapport de réels services à l'astronomie, d'autant plus qu'un très petit nombre d'observatoires, dans l'hémisphère austral, a adhéré au programme tracé par le Congrès astronomique.

A une assez grande distance de l'édifice principal, afin d'éviter l'influence des masses de fer, a été creusée une cave pour les études magnétiques.

L'observatoire est muni de tous les instruments enregistreurs nécessaires aux observations météorologiques; en outre de ce poste central, trois autres stations ont été fondées, par ordre de Mgr Cazet et sous la direction du R. P. Colin, à Arivonimamo, à Fianarantsoa et à Tamatave, stations où sont faites journellement, depuis février 1889, des observations du baromètre, des températures moyenne, maximum et minimum, du psychromètre et de la chute des pluies. Toutes les observations de l'année 1889 ont été discutées avec soin et publiées par le R. P. Colin.

Votre Commission, en présence des travaux déjà accomplis et de ceux que nous réserve l'avenir, a décidé d'accorder au directeur de l'Observatoire de Madagascar, au R. P. **Colin**, le prix Jérôme Ponti, qui, comme vous le savez, est destiné aux auteurs des travaux scientifiques dont la continuation et le développement sont jugés importants pour la Science.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Hermite, Sarrau, Berthelot, Fremy;
Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Trémont de l'année 1890 à M. **Beau de Rochas**.

Cette proposition est adoptée.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Hermite, Berthelot, Chauveau, Bouchard; Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Gegner de l'année 1890 à M. **Paul Serret**.

Cette proposition est adoptée.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. d'Abbadie, Bouquet de la Grye, Milne-Edwards, Jurien de la Gravière; Alfred Grandidier, rapporteur).

Malgré l'ouvrage célèbre de Sabin Berthelot et plusieurs autres publications estimables, les îles Canaries étaient encore mal connues lorsque le Dr **Verneau** entreprit de les étudier en détail. Animé d'un grand zèle pour les sciences naturelles et surtout pour l'anthropologie, le Dr Verneau a consacré cinq années à des recherches qui ont éte couronnées d'un plein succès et dont il a publié les résultats dans une vingtaine de Mémoires ou Notes.

Il a étudié la constitution géologique de ces îles et montré qu'elles sont d'origine purement volcanique; il n'y a point, en effet, de fossiles terrestres, et les roches qu'on croyait anciennes sont de simples phonolithes. Leur faune, qui est du reste fort pauvre, lui a fourni des collections pleines d'intérêt pour la science, au milieu desquelles s'est trouvé un assez grand nombre d'espèces nouvelles. Mais ce sont surtout leurs habitants qui ont fixé d'une manière toute spéciale l'attention du Dr Verneau; les études très complètes auxquelles il s'est livré lui ont permis de résoudre des problèmes complexes, importants pour l'histoire de l'homme.

Au début, l'Archipel canarien était peuplé par des gens de haute taille, à peau assez claire, à cheveux blonds, à yeux bleus, à crâne allongé, à face courte et très large, les Guanches, qui avaient les plus grandes analogies avec nos ancêtres de l'époque quaternaire. Plus tard, il a été visité par des Numides dont les inscriptions lybiques gravées sur les flancs des montagnes révèlent le passage; par des Sémites, qui ont profondément altéré dans cer-

taines localités le type primitif; par des Normands et par des Espagnols. Les habitants actuels qui proviennent du croisement des premiers insulaires avec ces diverses races, et qui au xve siècle en étaient encore à l'âge de pierre, ont conservé certains caractères physiques des anciens indigènes et beaucoup de leurs coutumes, dont l'une des plus curieuses est le langage sifflé des gens de la Gomère qui, en sifflant, conversent à des distances considérables.

Les collections anthropologiques et ethnographiques, très belles et très complètes, que le Dr Verneau a rapportées au Muséum d'histoire naturelle, n'ont pas été faites sans de grandes difficultés et sans dangers; l'explorateur n'a pu atteindre la plupart des grottes où les anciens Canariens avaient leurs habitations et leurs cimetières qu'en grimpant, à l'aide des pieds et des mains, le long de murailles de rochers presque à pic, et souvent même en se faisant suspendre à l'extrémité de longues cordes. Il a réuni une série considérable de crânes et d'ossements, des poteries, des vêtements, des étoffes, des instruments de pierre ou d'obsidienne, des ustensiles divers en bois ou en os, des cachets en terre cuite ornés de figures en relief avec lesquels les habitants de la Grande Canarie s'imprimaient d'élégants dessins sur le corps, etc.; c'est grâce à tous ces matériaux qu'il a pu débrouiller l'histoire si confuse des diverses races qui ont anciennement habité les îles Canaries; il nous a fait connaître non seulement les caractères physiques de chacune d'elles, mais leurs mœurs particulières et leur industrie; il a montré que les Guanches étaient les descendants de notre vieille race de Cro-Magnon, de ces troglodytes quaternaires du sud-ouest de la France, qui, ayant traversé l'Espagne pendant l'époque néolithique, puis le nord de l'Afrique avant l'époque romaine, sont enfin arrivés aux Canaries, où l'on retrouve, surtout à Ténériffe et à la Gomère, leur type dans presque toute sa pureté.

Il y a là un ensemble de découvertes qui fait honneur au Dr **Verneau** et qui a décidé votre Commission à lui décerner à l'unanimité le prix Delalande-Guérineau.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX DE LA FONDATION LECONTE.

(Commissaires : MM. Berthelot, Duchartre, Faye, Fremy; Bertrand, rapporteur.)

Le prix de la fondation Leconte, destiné à récompenser ou à encourager l'auteur d'un Travail ou d'un Livre que l'Académie en jugera digne, est décerné à M. **P. de Lafitte** pour son Ouvrage intitulé : *Essai d'une théorie rationnelle des Sociétés de secours mutuels*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Bailly (Marie-Lucien)**, né le 8 novembre 1871, à Lindre-Basse (Lorraine allemande), et entré, en qualité d'Élève-ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1891, 1892, 1893 ET 1895.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1892.)

L'Académie propose pour sujet de grand prix des Sciences mathématiques à décerner en 1892 la question suivante :

« *Détermination du nombre des nombres premiers inférieurs à une quantité* » *donnée.* »

Une voie nouvelle pour traiter cette question importante a été ouverte par Riemann dans un Mémoire célèbre qui a vivement frappé l'attention. Mais le travail du grand géomètre contient en plusieurs points essentiels des résultats qu'il se contente d'énoncer, et dont la démonstration serait du plus haut intérêt. Ce sont ces lacunes que l'Académie demande de combler par une étude approfondie de la fonction qui est désignée par $\zeta(s)$, dans le Mémoire de Riemann.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1892; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1890 et prorogée jusqu'en 1892.)

« *Étudier les surfaces dont l'élément linéaire peut être ramené à la forme*

$$ds^2 = [f(u) - \varphi(v)](du^2 + dv^2). \text{ »}$$

L'Académie verrait avec plaisir les concurrents faire connaître un grand nombre de ces surfaces.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er octobre 1892; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1892.)

« *Applications de la théorie générale des fonctions abéliennes à la Géo-* » *métrie*. »

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1892; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX FRANCOEUR.

Un Décret en date du 18 janvier 1883 autorise l'Académie à accepter la donation qui lui est faite par Mme Veuve Francœur, pour la fondation d'un prix *annuel* de *mille francs*, qui sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin de chaque année.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le prix est de *deux mille francs*.

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix est de *sept cents francs*.

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année,* s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ».

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année*, dans sa séance publique, un prix de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans,* à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs,* pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les Ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers,

Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

L'Académie annonce qu'elle décernera le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1891.

PRIX FOURNEYRON.

(Question proposée pour l'année 1891.)

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs, qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron, d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours pour sujet du prix Fourneyron, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1891, la question suivante : « *Perfectionner la théorie des machines à* » *vapeur en tenant compte des échanges de chaleur entre le fluide et les parois* » *des cylindres et conduits de vapeur.* »

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1891.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

Le prix fondé par Jérôme de Lalande, pour être accordé *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le Travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie,

sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

Ce prix est de *cinq cent quarante francs*.

PRIX DAMOISEAU.

(Question proposée pour les années 1888, 1890 et remise à 1891).

Un Décret en date du 16 mai 1863 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau*. Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie maintient au concours, pour l'année 1891, la question suivante :

« *Perfectionner la théorie des inégalités à longues périodes causées par les* » *planètes dans le mouvement de la Lune. Voir s'il en existe de sensibles en* » *dehors de celles déjà bien connues.* »

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1891.

PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande. Sa valeur est de *quatre cent soixante francs*.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Par Décret, en date du 18 décembre 1886, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite par M. Janssen pour la fondation d'un prix consistant en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Le prix fondé par M. Janssen a été décerné pour la première fois dans la séance publique de l'année 1887.

Ce prix sera annuel pendant les sept premières années, et deviendra biennal à partir de l'année 1894.

PHYSIQUE.

PRIX L. LA CAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis La Caze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences,* en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage

» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-
» démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-
» mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en
» totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1891, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 1098 et 1112.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son

jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés arrivent à sa connaissance.

Le prix est de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs de *dix mille francs de rente* destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*, aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1096.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour l'année 1892.)

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs*, destinée à fonder un prix

qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je
» n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant
» toujours pensé laisser une grande Société comme l'Académie des Sciences
» appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds
» mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle met au concours pour l'année 1892 la question suivante :

« *Applications de l'examen des propriétes optiques à la détermination des*
» *espèces minérales et des roches*. »

Le prix est de *quatre mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1892.

PRIX DELESSE.

Mme Veuve Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs,* destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger,* d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs,* sera décerné dans la séance publique de l'année 1891.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1891.

PRIX FONTANNES.

Par son testament, en date du 26 avril 1883, M. Charles-François Fontannes a légué à l'Académie des Sciences la somme de *vingt mille francs,* pour la fondation d'un prix qui sera décerné, *tous les trois ans, à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*.

L'Académie décernera le prix Fontannes dans la séance publique de l'année 1893.

Le prix est de *deux mille francs*.

Les ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

BOTANIQUE.

PRIX BORDIN.

L'Académie met au concours, pour l'année 1891, la question suivante :

« *Étudier les phénomènes intimes de la fecondation chez les plantes phané-*
» *rogames, en se plaçant particulièrement au point de vue de la division et du*
» *transport du noyau cellulaire.*

» *Indiquer les rapports qui existent entre ces phénomènes et ceux qu'on ob-*
» *serve dans le règne animal.* »

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1891.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré-
» cieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans
» la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant

être converti en rentes *trois pour cent,* et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, *français ou étranger,* du meilleur ou du » plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur tout » ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est de *seize cents francs.*

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique.*

« Ces prix, dit le testateur, seront ou pourront être, l'un de *mille francs,* l'autre de *cinq cents francs.* »

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, les prix Montagne aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin; les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français.*

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs* qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous* » *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France* » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes,* » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs,* sera décerné, s'il y a lieu,

dans la séance publique de l'année 1892, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Eu» rope (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), » ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (*Voir* page 1104.)

AGRICULTURE.

PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs,* placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans,* alternativement, par l'Académie des Sciences à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France,* et par l'Académie des Sciences morales et politiques au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier.*

Le prix Morogues, dont la valeur est de *dix-sept cents francs,* sera décerné en 1893. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français,* devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1891.

« *Des organes des sens chez les Invertébrés au point de vue anatomique et*
» *physiologique.*

» *Le prix pourra être donné à un travail complet sur l'un des organes des*
» *sens dans un groupe d'Invertébrés.* »

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1891.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour les années 1887, 1889, 1890, et remise à 1891.)

L'Académie maintient au concours, pour l'année 1891, la question suivante :

« *Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux vertébrés à*
» *sang chaud. Mammifères et Oiseaux.* »

L'appareil auditif des Mammifères et des Oiseaux est passablement connu dans ses traits généraux; néanmoins, à l'égard des fonctions de cet appareil, surgissent des questions du plus haut intérêt, qui appellent des recherches d'un caractère tout particulier.

Il s'agirait de décrire et de représenter d'une manière comparative et absolument précise les dispositions et la structure de l'appareil auditif dans quelques types choisis de la classe des Mammifères et de la classe des Oiseaux, et de poursuivre des observations et des expériences en vue de déterminer dans chaque type la nature et l'étendue des perceptions auditives, en rapport avec la conformation organique.

Il est certain que les perceptions auditives diffèrent d'une manière très notable chez des animaux d'une même classe. Il y a des particularités qui coïncident avec les conditions de la vie que trahissent les dispositions organiques. Un exemple pourra fixer les idées sur le genre de recherches que l'Académie entend provoquer.

Ainsi, tandis que, chez les Mammifères en général, le rocher ou pétrosal qui loge l'oreille interne est la portion la plus dure et la plus épaisse des parois du crâne, chez les Chauves-Souris, le rocher demeure à l'état cartilagineux, en même temps que toutes les parties de l'oreille présentent un développement exceptionnel. Or, on reconnaît que les Chauves-Souris errant la nuit, à travers les airs, à la poursuite d'insectes, entendent à distance le vol d'un moucheron, percevant ainsi des sons très faibles et des notes d'une extrême acuité, qui échappent à l'oreille humaine comme à l'oreille de tous les Mammifères terrestres. Selon certaines apparences, les Chauves-Souris n'entendent point les sons graves. En opposition, on sera conduit à étudier l'appareil auditif chez des Mammifères dont les cris annoncent la perception de sons très graves, peut-être à l'exclusion de notes aiguës : tels des Ruminants.

Chez les Oiseaux, le chant de diverses espèces suffit à convaincre de la délicatesse des perceptions auditives. Quelques expériences incomplètement réalisées donnent à croire que ces êtres perçoivent des sons très élevés et sont insensibles à des notes basses qui affectent l'oreille humaine. On trouvera selon toute probabilité des aptitudes contraires chez d'autres Oiseaux, tels que des Cigognes, des Palmipèdes.

Des observations comparatives vraiment rigoureuses et des expériences bien conduites éclaireraient certainement d'un jour nouveau des phénomènes qui intéressent à la fois la Physique, la Physiologie et la Psychologie.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les travaux, manuscrits ou imprimés, destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1891.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois*

pour cent de *deux cents francs,* pour fonder un *prix annuel* à décerner « à
» l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe
» (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur
» les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (*Voir* page 1102.)

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir
» de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je
» lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie,
» *vingt mille francs,* au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny,
» ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour
» l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les
» jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du
» Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans
» vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix est de *neuf cent soixante-quinze francs.*

PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs*, réduite à *dix mille francs,* pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans,* le prix da Gama Machado

aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1891.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré-
» cieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans
» la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de gué-
» rir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible
» fléau (1) ».

---

(1) Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état
» actuel de la Science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com-
» position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert
» au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magné-
» tiques ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répan-
» dus en nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des
» causes de cette cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides,
» à reconnaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aper-
» çoit dans l'eau en se servant des instruments microscopiques que la Science met à la
» disposition de ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai
» expliqué plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit
» gagné, que l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait
» avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique,
» soit en donnant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide,
» soit en trouvant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui
» jusqu'à présent ont échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou
» une des causes de la maladie. »

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une » médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de » façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, » par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Par un testament en date du 4 septembre 1862, M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent*, pour fonder un prix qui, *chaque année*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une » année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année sui- » vante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard, dont la valeur est de *mille francs*, sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs*, pour l'institution d'un *prix triennal* « *sur* » *l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à* » *la Médecine* ».

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1893, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique ».

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1891, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1891.

PRIX PARKIN.

M. le Dr John Parkin a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 30 décembre 1885, la somme de 1500 livres sterling pour être

placée en rentes françaises, et le revenu être employé, tous les trois ans, à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus » particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans » le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies » épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des » ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra» vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie décernera pour la première fois le prix Parkin dans la séance publique de l'année 1893.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR.

Par son testament, en date du 23 novembre 1881, Mlle Anne-Marie Foehr a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *quatorze cent soixante et onze francs* pour fonder un *prix annuel*, dit Prix Bellion, à décerner aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages ou* » *fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélio*» *ration de l'espèce humaine.* »

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MÈGE.

Par son testament, en date du 4 février 1869, le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie des Sciences « *dix mille francs à donner en prix à* » *l'auteur qui aura continué et complété son essai sur les causes qui ont retardé* » *ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute antiquité jusqu'à* » *nos jours*.

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique annuelle.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs,* à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Le prix Dusgate sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1895.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895.

PRIX LALLEMAND.

Par un testament en date du 2 novembre 1852, M. C.-F. Lallemand, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cinquante mille francs* dont les intérêts annuels doivent être employés, en son nom, à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Un Décret en date du 26 avril 1855 a autorisé l'Académie à accepter ce legs, dont elle n'a pu bénéficier qu'en 1880; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera *annuellement* le prix Lallemand, dont la valeur est fixée à *dix-huit cents francs*.

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon, par deux donations successives, ayant offert à l'Académie des Sciences la somme nécessaire à la fondation d'un prix annuel de *Physiologie expérimentale*, et le Gouvernement l'ayant autorisée à accepter ces donations, elle annonce qu'elle adjugera annuellement un prix de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1096.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1891.)

M. le Dr Marc-Aubin Pourat, par son testament en date du 20 juin 1876, a légué à l'Académie des Sciences la nue propriété d'un titre de *deux mille francs* 5 pour 100 sur l'État français, dont les arrérages doivent être affectés, après extinction de l'usufruit, à la fondation d'un *prix annuel à décerner sur une question de Physiologie*.

Un décret du 29 octobre 1877 a autorisé l'acceptation de ce legs.

L'Académie est entrée en possession dudit legs le 27 mai 1887

Elle rappelle qu'elle a proposé, pour sujet du prix qu'elle doit décerner dans la séance publique de l'année 1891, la question suivante :

« *Fonctions du corps thyroïde.* »

Le prix est de *dix-huit cents francs*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1891.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1892.)

« *Recherches expérimentales et chimiques sur les phénomènes inhibitoires du* » *choc nerveux.* »

Le prix est exceptionnellement de *trois mille six cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1892.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Par son testament olographe, en date du 3 février 1883, M. le Dr Félix-Antoine Martin-Damourette a légué à l'Académie des Sciences *quarante mille francs* pour *fonder un prix annuel ou biennal de Physiologie thérapeutique.*

Un décret en date du 29 juin 1887 a autorisé l'Académie à accepter la moitié seulement dudit legs.

L'Académie a décidé que le prix Martin-Damourette serait décerné *tous les deux ans.*

Ce prix, dont la valeur est de *quatorze cents francs,* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1891.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1891.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1891.)

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1891, la question suivante :

« *Des lacs de nouvelle formation et de leur mode de peuplement.* »

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1891.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1892.)

« *Étudier le magnétisme terrestre et en particulier la distribution des éléments magnétiques en France.* »

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1892.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *Cuvier,* et serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, le Gouvernement a autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier,* dans sa séance publique de l'année 1891, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1888 jusqu'au 31 décembre 1890.

Le prix est de *quinze cents francs.*

PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs,* pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un Décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique annuelle, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant, ingénieur, artiste* ou *mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former

le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, Mme Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans* « *au voyageur* » *français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à* » *la France ou à la Science* ».

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans la séance publique de l'année 1892.

Le prix est de *mille francs*.

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1892.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation.

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1891.

PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti *tous les deux ans,* à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs,* sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1892.

PRIX PETIT D'ORMOY.

Par son testament, en date du 24 juin 1875, M. A. Petit d'Ormoy a institué l'Académie des Sciences sa légataire universelle, à charge par elle d'employer les revenus de sa succession en prix et récompenses attribués suivant les conditions qu'elle jugera convenable d'établir, moitié à des travaux théoriques, moitié à des applications de la Science à la pratique médicale, mécanique ou industrielle.

Un Décret, en date du 20 février 1883, a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans,* à partir de l'année 1883, un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par

l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

PRIX LECONTE.

Conformément au testament de M. Victor-Eugène Leconte, en date du 10 septembre 1886, une somme de *cinquante mille francs* sera donnée, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1892.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN.**

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **J. BERTRAND**, Secrétaire perpétuel, lit l'éloge historique de **LOUIS POINSOT**, Membre de l'Institut, et une Notice sur la vie et les travaux de **ERNEST COSSON**, Membre libre de l'Académie des Sciences.

J. B. et M. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 29 DÉCEMBRE 1890.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1890.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1891, 1892, 1893 *et* 1895.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1891, 1892, 1893 ET 1895.

1891

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

PRIX DALMONT. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

PRIX FOURNEYRON. — Perfectionner la théorie des machines à vapeur, en tenant compte des échanges de chaleur entre le fluide et les parois des cylindres et conduits de vapeur.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX DAMOISEAU. — Perfectionner la théorie des inégalités à longues périodes causées par les planètes dans le mouvement de la Lune.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX JANSSEN. — Astronomie physique.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX L. LA CAZE. — Décernés à l'auteur du meilleur travail sur la Physique, la Chimie et la Physiologie.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX DELESSE. — Destiné à l'auteur d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, les Sciences minéralogiques.

PRIX BORDIN. — Étudier les phénomènes intimes de la fécondation chez les plantes phanérogames, en se plaçant particulièrement au point de vue de la division et du transport du noyau cellulaire.

Indiquer les rapports qui existent entre ces phénomènes et ceux qu'on observe dans le règne animal.

PRIX BORDIN. — Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux vertébrés à sang chaud, Mammifères et Oiseaux.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Des organes des sens chez les Invertébrés au point de vue anatomique et physiologique. Le prix pourra être donné à un travail complet sur l'un des organes des sens dans un groupe d'Invertébrés.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX CHAUSSIER. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX BELLION, fondé par Mlle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les

causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Pourat. — Fonctions du corps thyroïde.

Prix Martin-Damourette. — Physiologie thérapeutique.

Prix Gay. — Des lacs de nouvelle formation et de leur mode de peuplement.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Jean Reynaud. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1892

Grand prix des Sciences mathématiques. — Détermination du nombre des nombres premiers inférieurs à une quantité donnée.

Prix Bordin. — Applications de la théorie générale des fonctions abéliennes à la Géométrie.

Prix Bordin. — Étudier les surfaces dont l'élément linéaire peut être ramené à la forme

$$ds^2 = [f(u) - \varphi(v)](du^2 + dv^2).$$

Prix Vaillant. — Applications de l'examen des propriétés optiques à la détermination des espèces minérales et des roches.

Prix Gay. — Étudier le magnétisme terrestre et en particulier la distribution des éléments magnétiques en France.

Prix Pourat. — Recherches expérimentales et chimiques sur les phénomènes inhibitoires du choc nerveux.

Prix de la Fons Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

Prix Delalande-Guérineau. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Jérome Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces Sciences.

1893

Prix Serres. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Morogues. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

Prix Fontannes. — Décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Prix Parkin. — Recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies.

1895

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

ERRATA.

(Séance du 22 décembre 1890.)

Note de M. *Aimé Girard*, Amélioration de la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère en France :

Page 957, ligne 13, *au lieu de* dix ans, *lisez* six ans.

Note de M. *Ferdinand Gonnard*, Sur l'offrétite :

Page 1002, ligne 17, *au lieu de* Simionse, *lisez* Simiouse.

Note de M. *A. Lacroix*, Sur les enclaves du trachyte de Menet (Cantal) :

Page 1004, dernière ligne, *au lieu de* microperlitiques, *lisez* micropertitiques.
» 1005, ligne 1 et 8, *au lieu de* microlitique, *lisez* miarolitique.
» 1005, ligne 11, *au lieu de* a^2, *lisez* a_2.

FIN DU TOME CENT-ONZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1890.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXI.

A

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
16495 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.